التدهور و التلوث
الكيميائي و الفيزيقي للمياه

الأستاذ
أحمد السروي





التدهور والتلوث
الكيميائي والفيزيقي للمياه

التدهور والتلوث
الكيميائي والفيزيقي للمياه

أحمد السروي

استشاري معالجة المياه والدراسات البيئية



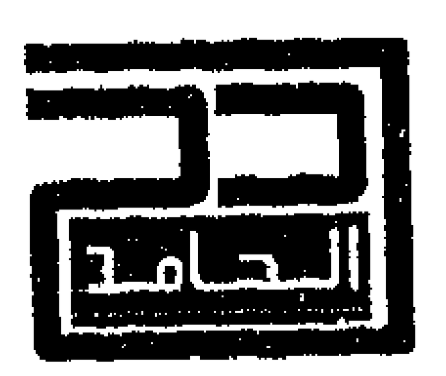
جميع الحقوق محفوظة

رقم التصنيف : 363.73
المؤلف ومن هو في حكمه : احمد السروي.
عنوان الكتاب : التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي للمياه.
رقم الإيداع : 2013/5/1634
الواصفات : التلوث الكيميائي//التلوث//المياه/
بيانات الناشر : عمان – دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.
(ردمك) ISBN 978-9957-32-748-4

تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية.

لا يجوز نشر أو اقتباس أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله على أي وجه، أو بأي طريقة أكانت إليكترونية، أم ميكانيكية، أم بالتصوير، أم التسجيل، أم بخلاف ذلك، دون الحصول على إذن الناشر الخطي، وبخلاف ذلك يتعرض الفاعل للملاحقة القانونية.

الطبعة الأولى 2014-1435هـ



دار الحامد للنشر والتوزيع

الأردن - عمان - شفا بدران - شارع العرب مقابل جامعة العلوم التطبيقية
هاتف: 5231081 6 962+ فاكس: 5235594 6 962+
ص.ب . (366) الرمز البريدي: (11941) عمان – الأردن
www.daralhamed.net
E-mail : daralhamed@yahoo.com

الإهـــــــداء

إلى أمي الغالية التي سهرت الليالي من أجل راحتي

إلى أبي العزيز الذي تعب من أجل تعليمي وتربيتي

الي زوجتي الغالية شريكة حياتي ورفيقة دربي

إلى إخوتي سندي في الحياه

إلى أساتذتي المحترمين

أهدي لهم هذا العمل المتواضع . . .

المؤلف

المحتويات

الموضـــــوع	الصفحة

الموضـــوع	الصفحة

الموضــــوع	الصفحة

المقدمة

فكرة هذا الكتاب تنطلق من فهم لقضايا الانظمة البيئية ومشكلاتها وخاصة المياه والنظام المائي والبيئة المائية التي يعتمد عليها الأنسان في حياته ويرتبط مصيره بنقائها وعدم تلوثها. شارحا مصادر التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي للمياه ودور المسببات والعوامل الفيزيائية والطبيعية والكيميائية المسببة للتلوث واثرها علي المياه بانواعها المختلفة والبيئة المائية خاصة بما تحتوي من عوامل حية وغير حية كما يشرح الكتاب الطرق والاساليب العلمية للتحكم في التلوث الكيميائي والفيزيقي للمياه ومواردها من خلال طرق مكافحة ومنع التلوث وعمليات التنقية والمعالجة للماء الملوث، مع ذكر باستفاضة الوسائل العلمية لحماية مصادر المياه من التلوث. كما يتميز الكتاب باحتوائه علي قاموس للمصطلحات العلمية الواردة به.

ويعتمد هذا الكتاب الذي يتناول المياه والانظمة المائية البحرية والعذبة وتلوثها الكيميائي والفيزيقي بالملوثات المختلفة علي الاسلوب العلمي في شرح موضوعاته مبينا الغرض الاساسي من هذا الكتاب وهو تقديم فكرة علمية جيدة عن المياه ومصادرها وخصائصها ومنظومة البيئة المائية واهميتها واثر تلوثها بالملوثات الكيميائية والفيزيقية علي الأنسان والحياة والبيئة.

ويعتبر هذا الكتاب من المراجع الهامة المتخصصة في موضوع تدهور وتلوث المياه وتلوث النظام المائي والبيئة المائية حيث تمتاز موضوعاته بكونها مفيدة ونافعة لكل من يقرأها من المتخصصين أو الراغبين في التزود بالعلم والثقافة.

اهداف الكتاب:

ويتناول هذا الكتاب موضوع هام وهو التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي والكيميائي للمياه محققا الأهداف المرجوة منه من خلال:

- شرح النظام البيئي
- شرح مكونات وخصائص النظام البيئي المائي
- شرح طبيعة مسار وانتقال الملوثات البيئية في الانظمة المائية.
- شرح مصادر المياه المختلفة السطحية والجوفية العذبة والمالحة.
- شرح المصادر المختلفة لتلوث المياه والانظمة المائية.
- شرح مصادر وصور ومظاهر التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي للمياه.
- شرح مصادر وصور ومظاهر التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه.
- شرح طرق واساليب حماية للمياه من التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي.

وقد تم اعداد الكتاب في سبعة فصول:

الفصل الاول: النظام البيئي.

الفصل الثاني: النظام البيئي المائي.

الفصل الثالث: الملوثات في الاجسام المائية.

الفصل الرابع: مصادر تلوث الموارد والانظمة المائية.

الفصل الخامس: التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه.

الفصل السادس: التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي للمياه.

الفصل السابع: حماية للمياه من التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي.

نبذة عن كل فصل:

الفصل الاول: وهو يتحدث النظام البيئي فيشرح البيئة كمفهوم ومكونات والأنسان وعلاقته بالبيئة، ويتناول بالشرح مكونات النظام البيئي الحية وغير الحية كما يشرح توازن النظام البيئي واختلاله ومسببات هذا الاختلال، وكذلك الاغلفة المحيطة بالأرض شارحا طبيعة ومكونات كل غلاف وأهميته ثم ذاكرا الموارد البيئية الطبيعية علي الأرض.

الفصل الثاني: وهو يتناول بالشرح النظام البيئي المائي ودورة الماء على سطح الأرض وكذلك صور وجود الماء على الأرض مع التركيز علي عناصر البيئة المائية والتي تتمثل في ماء الانهار وماء الأمطار وماء البحار والمحيطات وماء البحيرات والمياه الجوفية مع ذكرخصائص كل بيئة ومكونات المياه وطبيعتها لكل عنصر من عناصرالبيئة المائية.

الفصل الثالث: وهو يتناول الملوثات في الاجسام المائية، فيتحدث عن الموارد المائية واستهلاكها وسُبل حماية مصادر المياه واستغلالها وايضا توزيع الماء وتسربه كما يذكر الملوثات البيئية وتصنيفها وانتقال ودخول ومسار الملوثات في الاجسام المائية ودورات التلوث ومصادر التلوث فى البيئة من حيث نوعية النشاط.

الفصل الرابع: يتحدث مصادر تلوث الانظمة المائية مثل تلوث البحار والمحيطات, وصرف مياه المجاري في البحار والمحيطات، وتأثير تلوث مياه البحار والمحيطات والسواحل والشواطئ على الأحياء البحرية.كما يذكر تلوث مياه الأمطار وتلوث المياه الجوفية، وتلوث الانهار، والبحيرات في البيئة المصرية مثل تلوث نهر النيل وفروعه وتلوث الانهار والبحيرات بمياه الصرف الصحي.

الفصل الخامس: وهو يتناول بالشرح التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه من حيث تعريف التلوث وطبيعته ومصادره وكيفية التحكم به، وشرح بالتفصيل سبعة صور من صور التلوث الكيميائي للبيئة المائية ومنها "التلوث

بالمبيدات الكيميائية والتلوث بالاسمدة والمخصبات الزراعية التلوث بالنفط والتلوث بالمعادن الثقيلة والتلوث بالمنظفات الكيميائية. مع شرح طبيعة التلوث الكيميائي العضوي للماء. مع شرح التلوث العضوي والغير العضوي للماء مع ذكر مثال عليه وهو التلوث بالمخلفات الصناعية السائلة للماء.

الفصل السادس: وهو يتناول التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي للمياه من حيث تعريف التلوث الفيزيقي وطبيعته ومصادره وكيفية التحكم به. وشرح بالتفصيل "التلوث الحراري للمياه" كاحد صور التلوث الفيزيقي وتأثيرات التلوث الحراري على المصادر المائية مع شرح نوع اخر من صور التلوث الفيزيقي مثل تلوث قاع البحار بالمخلفات الصلبة.

الفصل السابع: وهو يتناول حماية للمياه من التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي عن طريق تحديد برامج لإزالة التلوث، وامثلة لطرق حماية المياه والمسطحات المائية والبيئة المائية من التلوث مثل تأمين الماء النقي والتخلص من المخلفات الصلبة والتخلص من المخلفات السائلة البلدية والصناعية ومعالجتها.

وفي النهاية قاموس للمصطلحات العلمية التي وردت بهذا الكتاب ثم المراجع العربية والاجنبية، كما يحتوي الكتاب علي عشرات الصور والرسوم البيانية والمخططات التوضيحية والجداول البيانية التي تبين وتوضح وتيسر فهم المادة العلمية وتعين علي شرح المصطحات والمفاهيم العلمية.

المستفيدون من هذا الكتاب:

موضوعات الكتاب من الموضوعات الهامة التي تفيد العديد من المتخصصين والعاملين بالمجالات الاتية:

- البيئة المائية العذبة والمالحة.
- العلوم البيئية.

- الدراسات البيئية المتعلقة بالمياه.
- الهندسة الصحية والبيئية.
- الصحة البيئية.
- معالجة مياه الشرب ومياه الاستخدام المنزلي.
- معالجة مياه المخلفات السائلة البلدية والصناعية.
- التحكم في جودة المياه.

وارجو من الله سبحانه وتعالى ان اكون وفقت في تناول هذا الموضوع الهام من خلال هذا العمل وان يكون هذا الكتاب نافعا للناس ومحفزا لهم لمزيد من البحث والدراسة في مجال تلوث المياه والبيئة. وان يكون مفيدا ونافعا لكل من يقرأه من المتخصصين او الراغبين في التزود بالعلم والثقافة تحت شعار مزيد من الاصدارت العلمية الحديثة بلغتنا العربية الجميلة.

وعلى الله قصد السبيل

أحمد السروي

استشاري معالجة المياه والدراسات البيئية

الفصل الأول

النظام البيئي

1-1. مفهوم البيئة

1-2. تفاعل الأنسان مع البيئة

1-3 الأغلفة المحيطة بالأرض

1-4 النظام البيئي

1-4-1. توازن النظام البيئي

1-4-2. مكونات النظام البيئي

1-4-3. النظم البيئية الغير متكاملة

1-4-4. إختلال التوازن البيئي

1-5. الموارد البيئية

1-6. الدورات الطبيعية البيوجيوكيميائية

الفصل الأول

النظام البيئي

1-1. مفهوم البيئة

البيئة هي هي الطبيعة بما فيها من أحياء وغير أحياء أي العالم من حولنا فوق الأرض، وهي الوسط المحيط بالأنسان والذي يشمل كافة الجوانب المادية وغير المادية البشرية منهما وغير البشرية فالبيئة تعنى كل ما هو خارج عن الأنسان وعن كيانه وكل ما يحيط به من موجودات. فالهواء الذي يتنفسه الأنسان ,والماء الذي يشربه والأرض التي يسكن عليها ويزرعها وما يحيط به من كائنات حية أو غير حية هي عناصر البيئة التي يعيش فيها ويتأثر ويؤثر فيها ,وهي الاطار التي يمارس فيها حياته وانشطته المختلفة.

واهم ما يميز البيئة الطبيعية هو ذلك التوازن الدقيق القائم بين عناصرها المختلفة الذي اودعه الله سبحانه وتعالي فيها والذي افسدها الأنسان بتدخله بوعي أو بغير وعي مخلا بهذا التوازن الدقيق محدثا فسادا اضر به اولا ثم بغيره من الكائنات والموجودات.

والبيئة في ابسط تعريف لها هي ذلك الحيز الذي يمارس فيه البشر مختلف أنشطة حياتهم، وتشمل هذا الإطار كافة الكائنات الحية من حيوان ونبات والتي يتعايش معها الأنسان يأكل النبات والحيوان ويستفيد من كل منهما.. وهكذا تستمر علاقة الأنسان بالبيئة المحيطة به من نبات وحيوان وموارد وثروات.

ولقد نشأ علم البيئة ECLOGY الذي يبحث في أحوالها الطبيعية أو مجموعات النباتات أو الحيوانات التي تعيش فيها، وبين الكائنات الحية الموجودة في هذه البيئة ECLOGY مكونة من مقطعين يونانية هما OIGUS وهى تعنى دراسة.

ولقد درجنا في اللغة العربية على إطلاق اسم البيئة على التسمية ECOGLOGY فاختلط بذلك الأمر مع مفهوم البيئة بمعنىENUIRONMENT وأصبح عالم الأيكولوجى وعالم البيئة وكأنهما تسميتان مرادفتان لمجال عمل واحد. ولكن الواقع يختلف عن ذلك تماما فعالم الايكولوجى يعنى كما ذكر "ايوجين ادوم" بدارسة وتركيب ووظيفة الطبيعة اى انه يحدد الحياة وكيفية استخدام الكائنات للعناصر المتاحة ويقوم بدراسة الكائنات الحية وعلاقتها بالبيئة المحيطة بهم.

اما عالم البيئة ENVIRONMENTALIS فيعنى بدراسة التفاعل بين الحياة والبيئة اى انه يتناول تطبيق معلومات في مجالات معرفية في دراسة السيطرة على البيئة وهو يعنى بوقاية المجتمعات من التأثيرات الضارة.

وقد قسم بعض الباحثين البيئة إلى قسمين رئيسين هما:

1- **البيئة الطبيعية:** وهي عبارة عن المظاهر التي لا دخل للإنسان في وجودها أو استخدامها ومن مظاهرها: الصحراء، البحار، المناخ، التضاريس، والماء السطحي، والجوفي والحياة النباتية والحيوانية. والبيئة الطبيعية ذات تأثير مباشر أو غير مباشر في حياة أية جماعة حية Population من نبات أو حيوان أو إنسان.

2- **البيئة المشيدة:** وتتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الأنسان ومن النظم الاجتماعية والمؤسسات التي أقامها، ومن ثم يمكن النظر إلى البيئة المشيدة من خلال الطريقة التي نظمت بها المجتمعات حياتها، والتي غيرت البيئة الطبيعية لخدمة الحاجات البشرية، وتشمل البيئة المشيدة استعمالات الأراضي للزراعة والمناطق السكنية والتنقيب فيها عن الثروات الطبيعية وكذلك المناطق الصناعية وكذلك المناطق الصناعية والمراكز التجارية والمدارس والعاهد والطرق...الخ.

والبيئة بشقيها الطبيعي والمشيد هي كل متكامل يشمل إطارها الكرة الأرضية، أو لنقل كوكب الحياة، وما يؤثر فيها من مكونات الكون الأخرى ومحتويات هذا الإطار ليست جامدة بل أنها دائمة التفاعل مؤثرة ومتأثرة والأنسان نفسه واحد من مكونات البيئة يتفاعل مع مكوناتها بما في ذلك أقرانه من البشر، وقد ورد هذا الفهم الشامل على لسان السيد يوثانت الأمين العام للأمم المتحدة حيث قال "أننا شئنا أم أبينا نسافر سوية على ظهر كوكب مشترك. وليس لنا بديل معقول سوى أن نعمل جميعاً لنجعل منه بيئة نستطيع نحن وأطفالنا أن نعيش فيها حياة كاملة آمنة". وهذا يتطلب من الأنسان وهو العاقل الوحيد بين صور الحياة أن يتعامل مع البيئة بالرفق والحنان، يستثمرها دون إتلاف أو تدمير... ولعل فهم الطبيعة مكونات البيئة والعلاقات المتبادلة فيما بينها يمكن الأنسان أن يوجد ويطور موقعاً أفضل لحياته وحياة أجياله من بعده.

اما البيئة بمفهومها الواسع فيمكن تقسيمها إلى الاقسام التالية:

- البيئة الطبيعية
- البيئة الصناعية
- البيئة الاجتماعية
- البيئة الاقتصادية
- البيئة الجمالية

1- البيئة الطبيعية وتتضمن كل من:

أ-الأرض بما في ذلك:

- الشكل الخارجي لسطح الأرض.
- التربة (مكوناتها – خصائصها المختلفة)
- التكوين الجيولوجي بما في ذلك من المياه الجوفية والمحتوي المعدني.

ب – المسطحات المائية (بما في ذلك من بحار ومحيطات وانهار وبحيرات) وما تحويه من كائنات حية.

ج- الغطاء النباتي (حجمه ونوعيته) والحيوانات البرية.

د- المناخ (الأمطار-الرياح واتجاهاتها وشدتها- معدلات الحرارة- الرطوبة وغيرها).

2-البيئة الصناعية وتشتمل على:

أ – استعمالات الاراضي المحيطة:

- نوعية الاستعمال (سكني – صناعي – تجاري – خدمات).
- الكثافة السكانية في المناطق.
- توع المباني (ارتفاعها – تصميمها) وكثافتها.

ب- البنية التحتية والخدمات العامة:

- امدادات المياه من حيث والنوعية والكمية.
- ادارة النفايات الصلبة والسائلة.
- تصريف مياه الأمطار والمجاري.
- مصادر الطاقة المستخدمة (فحم حجري – كهرباء- طاقة ذرية –نفط خام – غاز طبيعي).
- الخدمات العامة (النقل – الطرق – اماكن انتظار السيارات – المطارات)

ج- مستوى تلوث الهواء:

- نوع وحجم الملوثات الهوائية.
- الظروف الخاصة بالموقع (المناخ السائد – التضاريس).
- مصادر تلوث الهواء في المنطقة.

د- على مستوى تلوث المياه:

- مصادر المياه الجوفية والسطحية في المنطقة ونوعيتها .
- استعمال ونقل المبيدات والاسمدة وانواعها.
- طرق صرف ومعالجة المياه المستخدمة.
- طرق ومناطق معالجة النفايات الصلبة.

ه - على مستوى الضوضاء:

- مصادر الضوضاء في المنطقة (حركة السير -- مطارات - سكة حديد - طرق برية).
- كثافة ونوع مصادر الضوضاء في المنطقة.

3- البيئة الاجتماعية وتشتمل علي:

أ- الخدمات الاجتماعية العامة ومنها:

- مواقع المدارس ومعدل استيعابها وانواعها.
- المتنزهات والخدمات التثقيفية والترفيهية.
- الخدمات الصحية - الدفاع المدني - الشرطة.

ب- مناطق العمل والتجارة

ج- الخصائص الاجتماعية للسكان

- اماكن تجمعهم ونشاطهم وادارتهم.
- كثافة السكان وتوزعهم.
- ظروف السكان.

4- انبيئة الاقتصادية وتشتمل على:

- العمل والبطالة.
- مستوي الدخل وطبيعة ونوعية الاستهلاك.
- الطبيعة الاقتصادية للمنطقة.

- اسعار السلع والخدمات.

5- البيئة الجمالية وتشمل:

- المباني التاريخية والاثرية واماكن التراث الوطني.
- الصفات المعمارية للمباني
- المناظر الطبيعية الجميلة.

1-2. تفاعل الإنسان مع البيئة

الإنسان مرهون ببيئته بل ومرتبط بها إرتباطا وثيقا لو إختل هذا الرباط إختلت موازين البشر واعتلت صحتهم وانتابهم الأسقام والأوجاع والأمراض المزمنة. لهذا حفاظه علي البيئة فيه حفاظ له وللأجيال من بعده بما يحمله من موروث جيني ورث له من أسلافه وتوارثت معه الأحياء مورثاتها منذ ملايين السنين وحافظت لنا البيئة علي هذه المورثات حملتها أجيال تعاقبت وراءها أجيال حتي آلت إلينا.

ومع تطور وسائل النقل والمواصلات والإتصالات تحققت للإنسان العلاقات الإقتصادية المتبادلة بعدما كان يعيش في مناطق منعزلة أو متباعدة. فمع هذا التطور تحققت الوحدة الإقتصادية والبيئية. وظهر مفهوم التنسيق التعويضي بين الدول من خلال تبادل أو شراء السلع والمحاصيل والتقنيات والمواد الخام والثروات الطبيعية. لهذا نجد المجاعات العالمية قد تكون لأسباب إقتصادية أو سياسية تؤدي في كثير من الأحيان إلي الحروب حيث يعزف الفلاحون عن زراعة أراضيهم مما يقلل الإنتاج الزراعي والحيواني أو ينصرف العمال عن مصانعهم المستهدفة مما يقلل الإنتاج الصناعي. وهذا التوقف النشاطي الزراعي والصناعي يؤثر في الأقاليم التي تدور بها الحرب أولا أو علي العالم بأسره كما في الحروب العالمية. كما يؤثر علي حركة التجارة العالمية وهذا سبب سياسي. لأن بعض الدول تتعرض نتيجة الحروب الأهلية أو الإقليمية أو العالمية للحصار أو يمنع عنها وصول الطعام

تستنفد مخزونها منه كما حدث في بريطانيا بالحرب العالمية الثانية رغم وفرة إنتاجه في مستعمراتها. ولم تقو علي إستيراده بسبب ظروف الحرب العالمية الثانية مما عرضها وعرض أوربا للمجاعة. لأن السفن والشاحنات وخطوط السكك الحديدية والموانيء كانت تقصف. كما أدت النفقات الباهظة علي الحرب إلي العجز في ميزان الدول المتحاربة مما جعلها لاتقوي علي شراء الطعام من مصادره. كما أن الجفاف الغير عادي الذي يجتاح مناطق من الأرض وبشكل متلاحق نتيجة التغير في الظروف المناخية يولد القحط والمجاعة. مما يقلل إنتاجية القمح والأرز والشعيروالذرة في مناطق الإنتاج ا لشاسعة علي فترات متتابعة. وهذه الحبوب يعيش عليها الأنسان والحيوان.

ومفهومنا عن البيئة هي غلاف الجوالعلوي فوق سطح الأرض وأسفله الغلاف السطحي لكرة الأرض وهذا ما نطلق عليه اليابسة وما عليهاوالمحيطات و الأنهار وما بها.وكلها تركة للأحياء مشاع بينهم ولهم فيها حق الحياة ولاتقصر علي الأنسان لأنه شريك متضامن معهم. لهذا نجد أن علاقته بالبيئة علاقة سلوكية إلا أنه لم يحسن السير والسلوك بهاا. فأفسد فيها عن جهل بين وطمع جامح وأنانية مفرطة وعشوائية مسرفة وغير مقننة. فأفرط الأنسان في إستخدام المبيدات والأسمدة الكيماوية لمضاعفة محاصيله خوفا وهلعا من الجوع ولاسيما في الدول النامية الفقيرة. مما جعل الدول الصناعية الكبري لنهمه الغذائي تغريه وتغويه بالمبيدات والمخصبات الزراعية المحرمة دوليا سعيا وراء الربحية رغم الأخطار البيئية التي ستلم به. وساعد في هذا الخطر المحدق حكام هذه الدول الناميةوالمسئولين بها عن الزراعة سعيا وراء العمولات والرشوة دون مراعاة ضميرية للبعد الصحي والحياتي لشعوبهم. حتي أصبح الآلاف منهم يولدون مشوهين أو تنقصهم المناعة أو يصابون بسرطانات أو أمراض مجهولة وقاتلة. لهذا علي هؤلاء الحكام يراعوا بيئتهم ويحافظوا عليها إنصافا لشعوبهم وإتقاء لها

من الأخطار التي باتت تكمن لهذه الشعوب في مياهها وطعامها وشرابها وهوائها وتربتها.

1-3. الأغلفة المحيطة بالأرض

تمثل الاغلفة المحيطة بالارض البيئة الكاملة للكرة الارضية فالغلاف الغازي يمثل كافة الطبقات الغازية المحيطة بالكرة الارضية , اما الغلاف المائي فيمثل طبقة المياه التي تحيط بالأرض , بينما يمثل الغلاف الحيوي النطاق الحي داخل الكرة الارضية بما يحتويه من كائنات حية , والغلاف المغناطيسي فهوغلاف يحيط بالغلاف الجوي وهو درع واقي لباقي الاغلفة الاخري.

أولا: الغلاف الجوي(الغازي) Atmosphere

وتطلق هذه التسمية على طبقة الغازات المحيطة بالكرة الأرضية ويبلغ سمكها 10,000 كم. تركيبه: يتكون من غاز النتروجين بنسبة 78% وغازالأكسجين بنسبة 20% وغازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

- **أصله:**

تكون من الغازات المنبعثة من البراكين وكان في البداية غنيا ببخار الماء وأول وثاني أكسيد الكربون وبعد ظهور النباتات وبواسطة عملية التمثيل الضوئي ازدادت نسبة الأكسجين في الجو.

- **أهميته:**

1- يلعب دورا رئيسيا في العمليات الجيولوجية الخارجية بعناصره الأساسية من حرارة ورطوبة وضغط جوي ورياح.
2- يعمل كدرع واق يحمي الأحياء على سطح الأرض من تأثير الأشعة الضارة والنيازك.

3- يحافظ على درجة حرارة الأرض حيث يمتص كل من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء الكثير من حرارة الشمس.

4- يحوي غاز الأكسجين اللازم للحياة وغاز ثاني أكسيد الكربون اللازم للنبات.

5- بدون الغلاف الجوي لن تنتقل الموجات الصوتية ولن تكون السماء زرقاء ومضيئة نهارا.

6- يحفظ بخار الماء من التسرب خارج الغلاف ويرجعه كاملا الى الأرض ولولاه لجفت الأرض.

طبقات الغلاف الجوي:

وهي خمس طبقات من الأسفل الى الأعلى:

1-الطبقة الجوية السفلى (تروبوسفير) Troposphere

وتحوي على **75%** من غازات الغلاف بسبب الجاذبية ويبلغ سمكها 7-25 كم حسب التغير في ارتفاعات معالم السطح, تحدث فيها التغييرات المناخية وتتكون فيها السحب وينخفض الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن سطح الأرض وتقل فيها درجة الحرارة لأعلى حتى تصل الى- 80م مما يسبب تكثف البخار وسقوط المطر.

2-الطبقة الجوية العليا (ستراتوسفير) Stratosphere

وتتواجد حتى ارتفاع 56 كم ولايوجد بها سحب ولذلك فهي مناسبة للملاحة الجوية وترتفع فيها الحرارة حتى تصل الى 35 م ويتواجد فيها غلاف الأوزون الذي يحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة.

3-الطبقة الجوية الوسطى (ميزوسفير) Mesosphere

وتوجد حتى ارتفاع 85 كم وتستقبل النيازك حيث تحترق فيها.

4-الطبقة الجوية الحرارية أو الأيونية(أيونوسفير)

Ionosphere orThermosphere

وتوجد حتى ارتفاع 600 كم وترتفع بها الحرارة الى أكثر من 600 م و هذه الحرارة الشديدة تعمل على تحطيم الذرات فتفقد الكتروناتها وتصبح متأينة أي مشحونة كهربيا لذلك فهي مكونة من غازات متأينة وبالتالي فهي موصلة جيدة للكهرباء وتستغل في مجال الاتصالات اللاسلكية.

5- طبقة الغلاف الخارجي (Exosphere)

هو الجزء العلوي من طبقة الثيرموسفير وتسمي الإكسوسفير (اي الغلاف الخارجي)، وترتفع إلى حوالي اكثر من600 كم عن سطح الأرض إلى أن تنتهي في الرياح الشمسية. ولا يوجد في الأكسوسفير إلا القليل من الهواء ولا تجد السفن الفضائية والأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض في هذه المنطقة مقاومة تذكر. وتتحرك بعض الذرات والجزيئات في الأكسوسفير بسرعة هائلة جدًا، حيث تتغلب على قوة جاذبية الأرض وتنطلق إلى الفضاء الخارجي (خاصة الهيدروجين)، وهكذا فإن الأرض تفقد غلافها الجوي بالتدريج. ولكن هذه العملية تحتاج إلى بلايين السنين حتى تأتي على مجمل الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية.

ثانياً: الغلاف المائي

وتطلق هذه التسمية على طبقة المياه التي تحيط بالأرض سواء كانت مياه سائلة أو ثلاجات أو بخار ماء ولو كان سطح الأرض مستويا لغلفه الماء بسمك 3 كم.

- **أصله:**

كانت الأرض في البداية بلا ماء و كان الماء موجودا على شكل أبخرة انطلقت من البراكين و ملأت جو الأرض لملايين السنين بسبب ارتفاع درجة الحرارة وعندما بردت الأرض تكثف بخار الماء وتساقطت المياه على الأرض

ويعتقد أن مياه البحار والمحيطات كانت في البداية عذبة ثم ازدادت ملوحتها تدريجيا وذلك من مصدرين:

1-املاح الصخور المذابة بواسطة الأنهار والسيول والمياه الجوفية بالعمليات الجيولوجية المختلفة.

2-الأملاح التي تنطلق من البراكين في قيعان المحيطات.

- **توزيعه:**

1-مياه البحار والمحيطات:وتكون حوالي 97% من مياه الأرض حيث تغطي ما مساحته 71% من سطح الكرة الأرضية ولهذا السبب سميت بالكرة الزرقاء وهي الكوكب الوحيد الذي يتواجد به ماء سائل، ويتميز نصف الكرة الشمالي بشيوع اليابسة فيه ونصف الكرة الجنوبي بشيوع الماء فيه. مياه البحار والمحيطات مالحة ومعدل ملوحتها العام 3,5% ويتواجد بها 85 عنصر.

وعلى سبيل المثال يحتوي الكيلومتر المكعب الواحد من هذه المياه على 17 كجم من الذهب،4 كجم من الماغنيسيوم وكمية من ملح الطعام تكفي العالم سنتين وكميات هائلة من الكالسيوم والكبريت والبوتاسيوم والألومنيوم واليود والنيكل والكروم وغيرها.

2-مياه الثلاجات:وتكون 2,5% من حجم الغلاف وتتواجد علــى القطبــين وقمــم الجبال وهي مياه عذبة و70% من الماء العذب يوجد في القطب الجنوبي.

3-الباقي عبارة عن مياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات والمياه الجوفية.

كمية المياه على كوكب الأرض ثابتة تقريبا تحكمها دورة تسمى بدورة الماء حيث يتبخر جزء من المياه المعرضة للجو ويرتفع البخار الى أعلى فتنخفض درجة حرارته ويتكثف مكونا السحب التي تسقط مطرا فتغذي الأنهار والبحار والمحيطات والمياه الجوفية مرة أخرى.

ثالثاً: الغلاف الحيوي

وتطلق هذه التسمية على النطاق المسكون بالحياة وهو في الحقيقة يشمل اجزاءا من الأغلفة الأخرى فهناك كائنات تعيش على ارتفاع 6 كم في الغلاف الجوي وكائنات تعيش على عمق 10 كم في الغلاف المائي، وهناك حوالي 30 مليون نوع من الكائنات الحية على الأرض وكوكبنا هو الوحيد بين كواكب المجموعة الشمسية التي يصلح لأن تنشأ عليه حياة لعدة أسباب أهمها:

1- وجود الماء السائل "وجعلنا من الماء كل شيء حي".

2-التركيب الكيميائي الدقيق للهواء الجوي فمثلا لو كانت نسبة الأكسجين أعلى قليلا لأحترق الكوكب.

3-درجة الحرارة المناسبة التي تحققت من وجود الغلاف الجوي والبعد المناسب عن الشمس.

4-الوضع الآمن الذي تحقق لها من وجود قمر كبير يصد عنه النيازك ووجود غلاف مغناطيسي قوي وطبقة الأوزون يحجبان الأشعة الضارة عنه.

5-وجود قمر كبير للأرض يعزى له الفضل في استقرار دوران الأرض.

6-وحجم كوكب الأرض مناسب فعلا للحياة فمثلا لو كان أقل حجما ستكون جاذبيته ضعيفة وفقد غلافه الجوي ولو كان اكبر ستكون جاذبيته عالية وغلافه شديد الكثافة.

- أهميته من الناحية الجيولوجية:

1- له دور بناء في تكوين الأحجار العضوية والشعاب المرجانية والفحم والفوسفات والغاز والبترول.

2- له دور هدام في تكسير الصخور وتفتيت التربة مثلما تفعل جذور الأشجار والحيوانات الحفارة والأنسان.

والقطاع الحي من الغلاف الحيوي يشمل:

● **الأحياء المنتجة:** وهي النباتات القادرة على امتصاص غذائها من مادة غير عضوية، وبعض أنواع البكتريا. وتسمى الكائنات المنتجة في نفسها Autotrophic؛ لأنها تستخدم الطاقة الشمسية، في التمثيل الضوئي، في إنتاج مركبات عضوية وبروتوبلازما، من ثاني أكسيد الكربون والماء.

● **الكائنات المستهلكة الكبيرة:** وهي التي لا تصنع غذاءها بنفسها بل تستهلك كائنات عضوية أخرى، من أشجار وحيوانات. وهي تقسم إلى قسمَين:

كائنات تميل إلى قتل فريستها والتهامها.

كائنات صغيرة، تعيش في داخل كائنات أكبر منها أو حولها.

● **الكائنات المستهلكة الدقيقة:** كالبكتريا التي تحلل بقايا الحيوانات والنباتات الميتة.

والنظام الأيكولوجي، من وجهة النظر الجغرافية، جزء من التركيب الطبيعي للطبقة الحية؛ فالغابة، مثلاً، ليست مجموعة من الأحياء فقط، بل على أرضها عدد من العناصر الطبيعية الأخرى. والأنظمة الأيكولوجية، أنظمة إنتاج للموارد الطبيعية؛ فالغذاء والوقود... وغيرها، منتجات للأنظمة الأيكولوجية؛ فهي مكونات عضوية، خزنتها الأحياء، في خلال استهلاكها للطاقة، المستمدة، أصلاً، من الشمس. إن مدخلات النظُم الأيكولوجية، من المادة والطاقة، تستهلك في البناء البيولوجي، وإعادة إنتاج الطاقة، والمحافظة على المستويات الضرورية من الطاقة الداخلية. وهما، في الوقت عينه، من مخرجات تلك النظم نفسها. ولهذه النظُم آلية تحقق توازناً بين مختلف العمليات والأنشطة الداخلية؛ وهو، في معظم الأحوال، شديد التأثر بالمتغيرات الخارجية.

رابعا :الغلاف المغناطيسي Magnetosphere

هوغلاف يحيط بالغلاف الجوي,غير مرئي واكتشف بواسطة الأقمار الصناعية, يقوم بوظيفة الدرع الواقي للغلاف الجوي والمائي والحيوي من الأشعة

الكونية القادمة من النجوم وخاصة الرياح الشمسية التي هي عبارة عن سيل من الجسيمات الكهرومغناطيسية (بروتونات والكترونات وأشعة جاما) تقذف من الشمس بين حين وآخر بسرعة عالية تصل ل400 كم/ساعة وتصل ذروتها كل 11 سنة.

أصله:

يعتبر هذا الغلاف امتدادا للمجال المغناطيسي للأرض حيث يمتد الى الفضاء الخارجي مسافة 70 ألف كم وهو لايحيط بالأرض بشكل كروي ولكنه يأخذ شكل ذيل المذنب الذي يمتد لأكثر من مليون كم في الأتجاه المعاكس للشمس بسبب تأثير الرياح الشمسية عليه.

1-4.النظام البيئي ECO SYSTEM

وهو عبارة عن ما تحتوى اى منطقة طبيعية من كائنات حية ومواد غير حية بحيث تتفاعل مع بعضها البعض ومع الظروف البيئية، ويعنى ذلك ان عناصر البيئة تتفاعل مع نظام معين يطلق علية النظام البيئي.

1-4-1. توازن النظام البيئي

هو التوازن القائم بين عناصرها المختلفة، فلو إن ظروف ما أدت إلى إحداث تغير من نوع ما في أحدى هذه العناصر فانه بعد فترة قصيرة قد تؤدى بعض الظروف الطبيعية الأخرى إلى تلاقى أثار هذا التغير. وتوجد الانظمة البيئية حولنا في كل مكان ومن أمثلتها البحيرات والغابات والبحار وكل منهما يمثل بيئة منفصلة قائمة بذاتها تعيش مكوناتها معا في توازن تام.

ويعرف اتزان النظام البيئي بصورة اشمل بانه توازن الانواع الموجودة في البيئة (التوازن بين مفترس وفريسة وعائل وطفيل) وايضا التوازن بين الدورات الغذائية الاساسية والمسالك المتضمنة للطاقة داخل اي نظام بيئي. وتتطلب حالة الاتزان داخل النظام البيئي ان يكون هناك توازن بين الانتاج والاستهلاك والتحلل،

فمن المعروف ان درجة انتشار كائن ما في بيئته هو مقياس نجاحه في التغلب علي العوامل البيئية المقاومة له والتي تنظم انتشاره في البيئة.

ان مفهوم التنظيم المتأصل أو التغذية الرحيبة اساسي جدا لتفهمنا للاتزان ففي الدراسات الخاصة بعلم وظائف الاعضاء (الفسيولوجي) تعرف ان النشاط العضلي يزيد من تركيز ثاني اكسيد الكربون ويقلل من مستويات الاكسجين في الدم. وهذا يحفز القلب علي اسراع معدل النبضات ومعدلات التنفس مما يساعد علي طرد ثاني اكسيد الكربون وزيادة استهلاك الاكسجين وعندما تعود مستويات ثاني اكسيد الكربون والاكسجين الي وضعها العادي وهكذا يبقي النظام في توازن لكل يسد الاحتياجات الايضية للفرد.

وفي نظام بيئي مائي متوازن هناك اتزان مماثل رغم أنه أقل دقة في انضباطه يتضمن ثاني اكسيد الكربون والاكسجين. فمثلا يؤدي زيادة درجة حرارة الماء في فصل الربيع الي زيادة في معدل النشاط الايضي في النباتات والحيوانات المائيةومن ثم يزداد ثاني اكسيد الكربون وينقص الاكسجين ويحفز المستوي الاعلي من ثاني اكسيد الكربون الحر والزيادة في درجة الحرارة بناءا ضوئيا أسرع ونموا أسرع كذلك للنبات وهذا بالتالي يؤدي الي استغلال ثاني اكسيد الكربون وانتاج الاكسجين. ويمكن تصور مدي تعقد النظام عندما يأخذ في اعتباره مئات الانواع النباتية والحيوانية المتفاعلة علي الاسطح المشتركة للاكسجين وثاني اكسيد الكربون والضوء والمواد الغذائية الاولية.

وللنظم البيئية القدرة علي ان تؤدي قدرا معينا من التنظيم الذاتي داخل حدود معينة ولكن اذا حدث تجاوز لهذه الحدود فلن يصبح في مقدورها ان تؤدي مهمتها وعندئذ تعاني من التغير والتضرر والاضمحلال. ولابد من الاشارة الي ان الانسان لا يرغب دائما في نظام بيئي متزن. ففي الواقع جميع النظم في الزراعة مبنية علي نظام يفوق فيه الانتاج عن الاستهلاك بحيث يستخدم الفائض من المنتجات لاستهلاك

البشر, ويمكن اعتبار هذا نظاما ذا اتزانا صناعيا. فالدول الاستوائية تقوم بازالة الغابات المطيرة الاستوائية في برامج مكثفة للتطوير الزراعي وهذه الازالة لا تسبب تخريبا مستديما لنظام بيئي قيم وغني فحسب بل ايضا تؤدي الي تكون اراضي ضعيفة الانتاج الزراعي فالتربة الدقيقة والنشاط الايضي العالي للغابات الاستوائية عادة يؤدي الي زراعة ضعيفة وبمجرد تعريتها من غطاءها الغابي تصبح معرضة جدا للتعرية السطحية وللفيضانات.

ولما كانت عوامل المقاومة البيئية غير ثابتة بل قد تتغير من موسم لاخر واحيانا من ساعة لاخري فاننا نجد ان درجة انتشار الكائن تختلف تبعا لنوع التغير المؤقت.فاذا كان التغير ضد مصلحة الكائن فاننا نلاحظ اختلالا في اعداده بدرجة تتناسب مع مقدار قوة التغير الذي حدث في العوامل البيئية.

1-4-2. مكونات النظام البيئي

يتكون النظام البيئي من ثلاث عناصر رئيسية وهي :

(أ) عناصر الإنتاج

(ب) عناصر الاستهلاك

(ج) عناصر التحلل

د) العناصر الطبيعية غير الحية

(أ) عناصر الإنتاج

تتكون عناصر الانتاج من الكائنات الخضراء من الطحالب الخضراء بكل انواعها الي الاشجار الضخمة المختلفة ولهذه النباتات سواء البرية أو المائية القدرة علي انتاج غذائها بنفسها ,حيث تقوم بعملية التمثيل الضوئي تحول ثاني أكسيد الكربون من الهواء والماء من التربة إلى مركبات عضوية التي تحتاجها النباتات نفسها أو كائنات حية أخرى في النظام البيئي وعلى هذا فإن النبات كائن منتج.

والمركبات التي تنتجها النباتات هي مركبات عضوية تحتاجها وتبني منها اجسامها (مثل المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات وغيرها) وتعطي هذه الخاصية لهذه النباتات نوعا من الاستقلال عن كل ما حولها من كائنات ولكنها مع ذلك لا تستطيع ان تستغني عن اعتمادها عن العناصر الطبيعية غير الحية مثل الاملاح المعدنية الضرورية والمغذيات الصغرى والكبرى.

(ب) عناصر الاستهلاك

وتتكون من الحيوانات بانواعها المختلفة فلا تستطيع هذه الحيوانات ان تصنع غذائها بنفسها بل تعتمد علي غيرها في ذلك ,وعناصر الاستهلاك درجات منها الاولي والثانوي والثالثي، فالمستهلك الذي يعتمد على المنتج (النبات) الحيوانات أكلة الأعشاب Herbivores (مثل البقر والماعز) هي مستهلك أولي لهذه النباتات لأنها تتغذى عليها بصفة رئيسية الحيوانات أكلة اللحوم Carnivores (مثل الأنسان والحيوانات الأخرى أكلة اللحوم) هي مستهلك ثانوي لأنها تأكل الحيوانات أكلة الأعشاب وفي كل الحالات تقوم هذه الحيوانات باستهلاك ما تنتجه عناصر الانتاج.

(ج) عناصر التحلل

وتشمل كل ما يتسبب في تحلل مكونات البيئة الطبيعية المحيطة بها , وتشمل كائنات التحلل البكتريا والفطريات والحشرات وهي تحلل المنتجات الميتة (اجسام النباتات والحيوانات الميتة) إلى عناصرها الكيميائية وإعادتها للنظام البيئي ليتم إعادة استخدامها ثانية بواسطة عناصر الانتاج.

وتصنف المحللات حسب متطلباتها من الأكسجين إلى ثلاثة أنواع:

ـ الكائنات المحللة الهوائية Aerobes

وتحتاج هذه الكائنات المحللة إلى الأكسجين لاستمرار حياتها ونشاطها.

ـ الكائنات المحللة اللاهوائية Anaerobes

وتحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها، وسطا لا يتوفر فيه الأكسجين (مثل بكتريا الميثان).

ـ الكائنات المحللة الاختيارية Facultative Anaerobes

وهي كائنات تستطيع أن تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه، فإذا تـوفر الأكسجين كانت هوائية، وإذا انعدم أصبحت لا هوائية، مثـل بكتريـا التربـة Aerobacter.

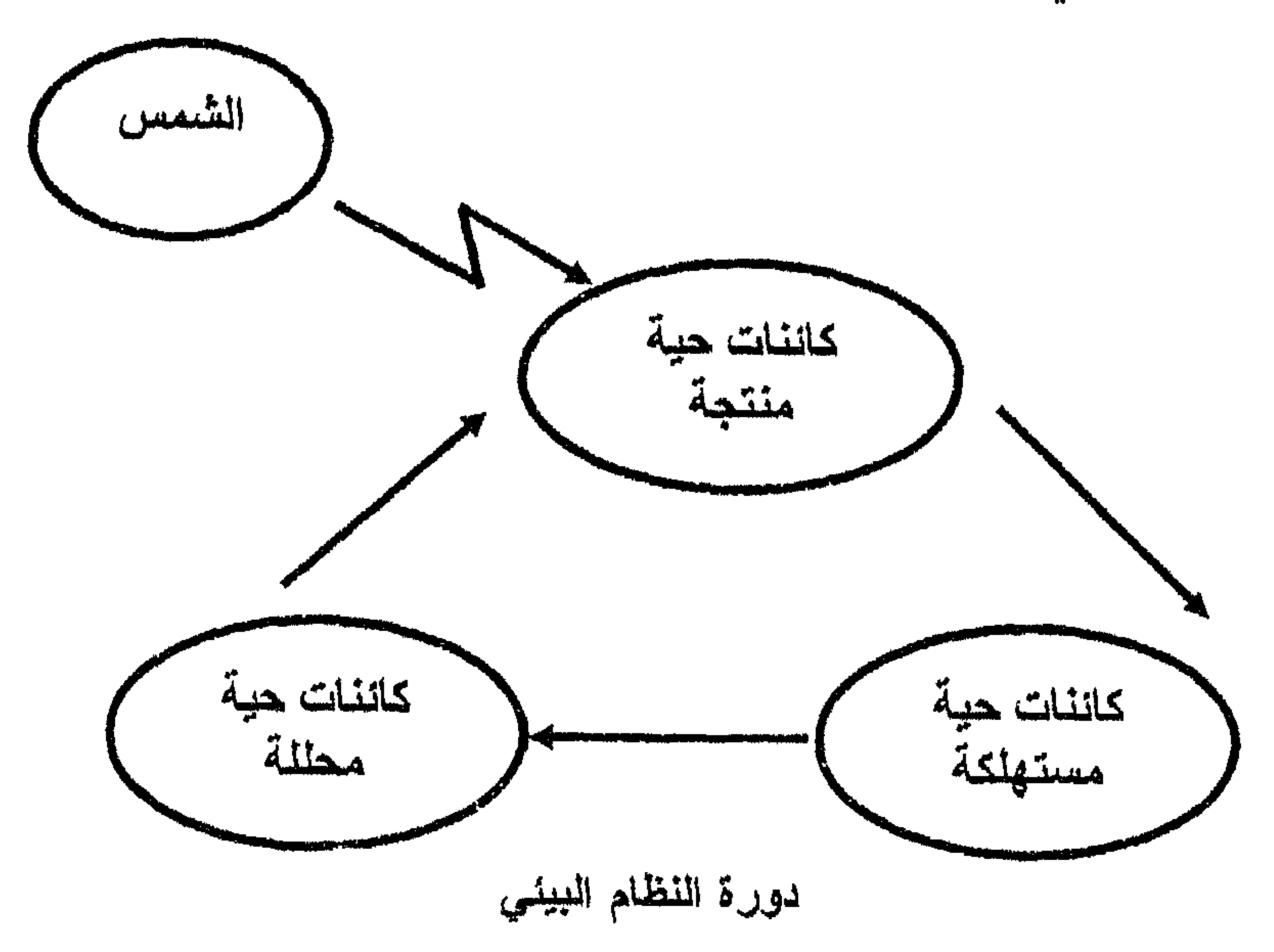
(د) العناصر الطبيعية غير الحية

وتشمل الماء والهواء بما فيهما من غازات الأكسجين والنتروجين وثاني أكسيد الكربون وعلي ضوء الشمس باشعاتها المختلفة الحرارية وفوق البنفسجية . وتشمل ايضا التربة من مواد معدنية وعناصر عضوية وبعض الاجزاء المتحللة من اجساد النباتات والحيوانات التي تدخل بصورة أو باخري في عمليات التوازن البيئي وتشكل عاملا هاما بالنسبة لعناصر الانتاج.

وتتميز العناصر الغير حية بخلوها من مظاهر الحياة من نمو وتكـاثر والحصـول علي الغذاء يمكن اجمالها في المكونات الاتية:

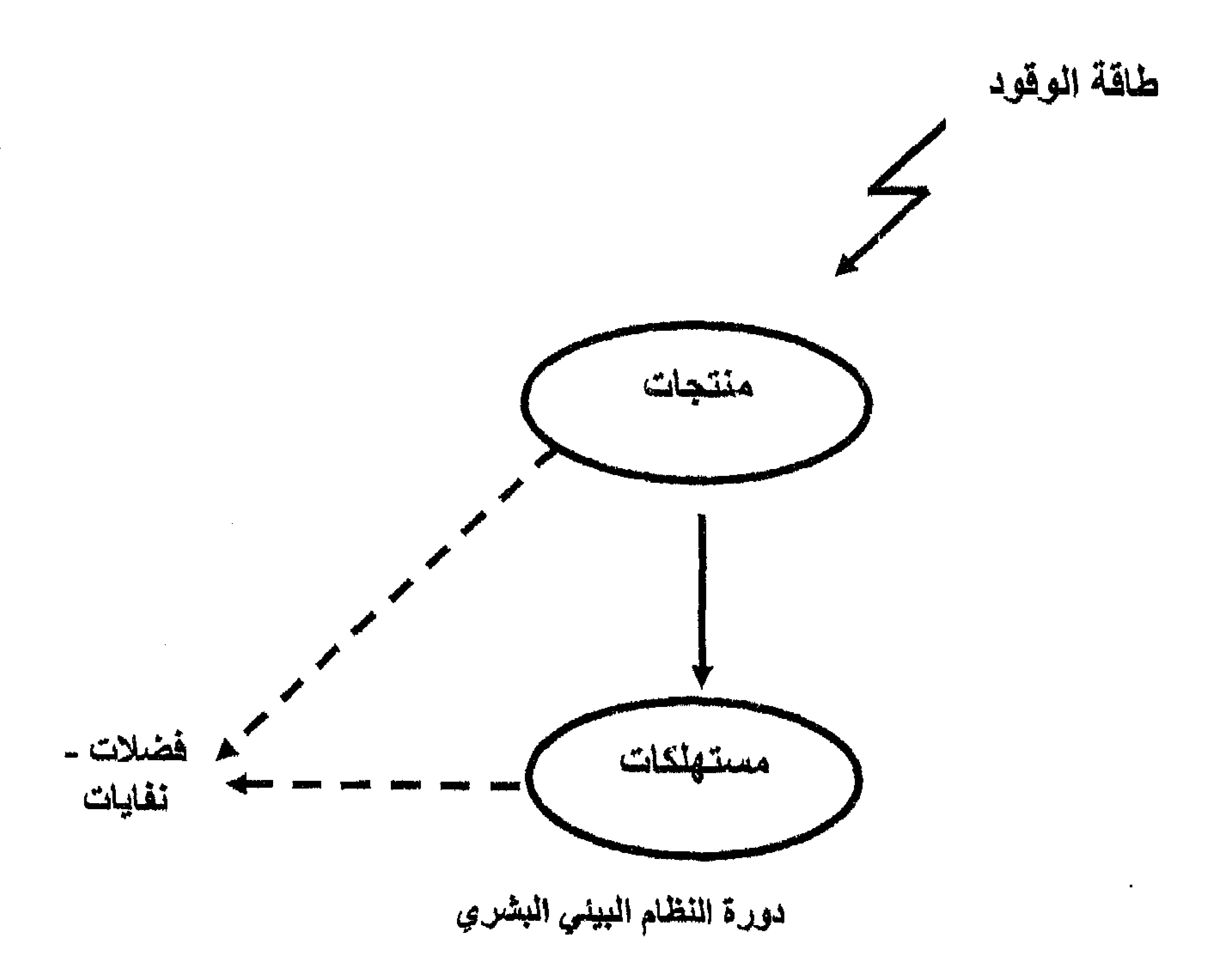
- العوامل المناخية كالضوء والرطوبة والرياح والحرارة.
- التربة والمياه وخصائصهما الفيزيائية والكيميائية.
- العناصر الفيزيائية كالجاذبية والاشعاع.
- العناصر الكيميائية من مغذيات نباتية وملوثات.
- المواد غير العضوية مثل النتروجين والكبريت والفسفور وغيرها.
- المواد العضوية مثل البروتينات والدهون والكربوهيدرات.

ويبين الشكل التالي مخطط مبسط دورة النظام البيئي.



دورة النظام البيئي

اما الشكل التالي فيبين دورة النظام البيئي البشري.



دورة النظام البيئي البشري

1-4-3. النظم البيئية الغير متكاملة

تحتوي جميع النظم البيئية تقريبا علي جميع المكونات الأساسية الاولية ولكن هناك بعض النظم التي تفتقر الي مكون او اكثر من المكونات الأساسية ومثالا لذلك النظام البيئي الغير كامل هناك في الاعماق السحيقة للبحاروالمحيطات التي تفتقر الي الكائنات الحية المنتجة حيث يتواجد فيها كائنات مستهلكة وكائنات محللة حيث ينعدم الضوء بحيث لا تستطيع النباتات او الطحالب الخضراء ان تعيش بينما تعيش المفترسات علي ما حولها اما الكائنات المحللة فتقتات علي مما يسقط من نباتات و حيوانات ومواد عضوية من الطبقات العليا للمحيط. وقد توجد كائنات بحرية مفترسة تتغذي علي أكلات الحيوانات الميتة ومن هنا يعتمد هذا النظام علي الانتاج الخارجي او التساقط من المستويات الاعلي. وقد يكون من المحتمل وجود بكتريا لها صفة البناء الكيميائي لكنها لا تستطيع انتاج كمية كبيرة من المادة العضوية.

1-4-4. إختلال التوازن البيئي

إن التفاعل بين مكونات البيئة عملية مستمرة تؤدي في النهاية الى إحتفاظ البيئة بتوازنها ما لم ينشأ إختلال نتيجة لتغير بعض الظروف الطبيعية كالحرارة والأمطار أو نتيجة لتغير الظروف الحيوية أو نتيجة لتدخل الأنسان المباشر في تغير ظروف البيئة.

فالتغير في الظروف الطبيعية يؤدي الى إختفاء بعض الكائنات الحية وظهور كائنات أخرى، مما يؤدي الى إختلال في التوازن والذي يأخذ فترة زمنية قد تطول أو تقصر حتى يحدث توازن جديد. وأكبر دليل على ذلك هو إختفاء الزواحف الضخمة نتيجة لإختلاف الظروف الطبيعية للبيئة في العصور الوسطى مما أدى الى انقراضها فاختلت البيئة ثم عادت الى حالة التوازن في إطار الظروف الجديدة بعد

ذلك. كذلك فإن محاولات نقل كائنات حية من مكان الى آخر والقضاء على بعض الأحياء يؤدي الى إختلال في التوازن البيئي.

غير أن تدخل الأنسان المباشر في البيئة يعتبر السبب الرئيسي في إختلال التوازن البيئي، فتغير المعالم الطبيعية من تجفيف للبحيرات، وبناء السدود، وإقتلاع الغابات، وردم المستنقعات، واستخراج المعادن ومصادر الاحتراق، وفضلات الأنسان السائلة والصلبة والغازية، هذا بالإضافة الى إستخدام المبيدات والأسمدة كلها تؤدي الى إخلال بالتوازن البيئي، حيث أن هناك الكثير من الأوساط البيئية تهددها أخطار جسيمة تنذر بتدمير الحياة بأشكالها المختلفة على سطح الأرض، فالغلاف الغازي لا سيما في المدن والمناطق الصناعية يتعرض الى تلوث شديد، ونسمع بين فترة وأخرى عن تكون السحب السوداء والصفراء السامة والتي كانت السبب الرئيسي في موت العديد من الكائنات الحية وخصوصا الأنسان.

أضف الى ذلك ما يتعرض إليه الغلاف المائي من تلوث من خلال استنزاف الثروات المعدنية والغذائية هذا بالإضافة الى إلقاء الفضلات الصناعية والمياه العادمة ودفن النفايات الخطرة. أما اليابسة فحدث ولا حرج، فإلقاء النفايات والمياه العادمة وإقتلاع الغابات وتدمير الجبال وفتح الشوارع وازدياد أعداد وسائط النقل وغيرها الكثير أدى الى تدهور في خصوبة التربة وإنتشار الأمراض والأوبئة خصوصا المزمنة والتي تحدث بعد فترة زمنية من التعرض لها.

وبالرغم من تقدم الأنسان العلمي والتكنولوجي والذي كان من المفروض أن يستفيد منه لتحسين نوعية حياته والمحافظة على بيئته الطبيعية، فإنه أصبح ضحية لهذا التقدم التكنولوجي الذي أضر بالبيئة الطبيعية وجعلها في كثير من الأحيان غير ملائمة لحياته وذلك بسبب تجاهله للقوانين الطبيعية المنظمة للحياة. وعليه فإن المحافظة على البيئة وسلامة النظم البيئية وتوازنها أصبح اليوم يشكل الشغل الشاغل للإنسان المعاصر من أجل المحافظة على سلامة الجنس البشري من الفناء.

وهكذا اذا اردنا ان نعالج اوضاع البيئة المتردية والمنذرة بالاخطار والعواقب الوخيمة فان علي الانسان ان يعيد اقفال دوائر الحياه ويترك الطبيعة وشأنها... ولكن كيف السبيل ؟ لا شك انها مهمة صعبة , فالازمة البيئية ليست افتراض خطأ واحد يمكن اصلاحه بسرعة بل انها حصيلة قوي سياسية واقتصادية واجتماعية كبيرة تشكل مسيرة التاريخ.

واذا كان بعض العلماء يرون حلولا لمشكلة التلوث تتمثل في ابطاء عملية النمو التكنولوجي. فان العلماء الاكثر موضوعية ينادون باعادة تقييم وتطوير التكنولوجيا وربطها باساس علمي يناسب طبيعة الدورات الطبيعية البيئية. ولا شك ان اية خطة لخفض اثر التكنولوجيا يجب ان تهتم في المقام الاول بتحويل البقايا والمخلفات والفضلات البشرية والصناعية والحيوانية الي مواد نافعة لا تضر بالبيئة وتحقق مكسبا اضافيا وان يؤدي ذلك الي خفض التلوث. ومن هولاء العلماء الاكثر موضوعية هم علماء الهندسة الوراثية والذيم يؤكدون ويؤمنون بقدرة اللعب بالجينات ونقلها من خلايا كائنات الي خلايا كائنات اخري واكساب الخلايا صفات جديدة تمكنها من تحليل وهضم كثير من الملوثات وتحويل انواع اخري منها الي مواد نافعة.

1-5. الموارد البيئية الطبيعية

تعرف الموارد على أنها الأشياء التي يسعى الأنسان للحصول عليها من أجل إشباع رغباته وهي أشياء مفيدة وأهم ما تتصف به هو احتوائها على عنصر المنفعة، فالماء والهواء وضوء الشمس والأرض والغابات والآلات كلها أشياء ذات فوائد عديدة ومن ثم فهي تعتبر موارد اقتصادية.

والأنسان في حد ذاته يمكن أن يكون موردا أو عائقا، فالتعليم والتدريب وتحسن المستوى الصحي والوعي البيئي والوضع الأنسب للسكن والفضائل الاجتماعية هي عبارة عن موارد ذات فائدة اقتصادية. بينما يعتبر الجهل والجشع

وقلة عدد السكان أو زيادتهم، والصراع الطبقي والحروب هي تحديات ليست في مصلحة الأنسان ومنفعته.

أما الموارد البيئية فهي تمثل المخزون الطبيعي الذي يقدم فوائد جمة للبشرية جمعاء ممثلة فيما وهبه الله لنا من هواء وشمس وصخور وتربة ونباتات طبيعية وحيوانات برية، أو بمعنى آخر كل من الغلاف الصخري، والغلاف المائي والغلاف الهوائي.

أما من حيث درجة استنزافها فهي تقسم الى ثلاثة أقسام:

1. **موارد دائمة:** وهي التي لا يخشى عليها من خطر النفاذ وهي في عطاء مستمر ودائم كالشمس والهواء والماء.
2. **موارد متجددة:** وهي التي تتجدد باستمرار من تلقاء نفسها وفي عطاء مستمر ولا يخشى عليها من النفاذ، إلا أنه يجب المحافظة عليها كالنباتات الطبيعية والحيوانات البرية والتربة.
3. **موارد غير متجددة:** وهي ذات المخزون المحدود والتي تتعرض للنفاذ لأن ما يستغل ويستهلك منها لا يمكن تعويضه كالمعادن المختلفة ومصادر الطاقة كالفحم والبترول والغاز الطبيعي.

التوازن في الطبيعة:

تخضع الطبيعة لقوانين وعلاقات معقدة تؤدي في نهايتها الى وجود إتزان بين جميع العناصر البيئية حيث تترابط هذه العناصر بعضها ببعض في تناسق دقيق يتيح لها أداء دورها بشكل وبصورة متكاملة. فالتوازن معناه قدرة الطبيعة على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية، فالمواد التي تتكون منها النباتات،يتم امتصاصها من التربة، ليأكلها الحيوان الذي

يعيش عليه الأنسان. وعندما تموت هذه الكائنات تتحلل وتعود الى التربة مرة أخرى.

فالعلاقة متكاملة بين جميع العناصر البيئية. فأشعة الشمس والنبات والحيوان والأنسان وبعض مكونات الغلاف الغازي في إتزان مستمر. ومن هنا لا بد من الحديث عن بعض الدورات لبعض المواد حيث تدخل وتسري في المكونات الحياتية والطبيعية ثم ما تلبث أن تعود الى شكلها الأصلي. فالكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت والحديد وغيرها من المواد والمعادن تسير في دورات مغلقة، وما يحدث هو أنها تتحول من شكل الى آخر حيث أن المادة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتحول من شكل الى آخر في سلسلة طويلة تغذي بها الحياة على سطح الأرض. ومن الأمثلة على ذلك دورات الماء والكربون والنيتروجين والفسفور.

1-6. الدورات الطبيعية البيوجيوكيميائية

يوجد في الطبيعة اكثر من 105 عنصرا كيميائيا موجود بصورة طبيعية (ليست صناعية) وتحتاج الكائنات الحية لحوالي 40 عنصرا من هذه العناصر للمحافظة علي حياتها ونموها وتكاثرها وبقائها ونشاطها. ومن اهم هذه العناصر الكربون والأكسجين والهيدروجين والنتروجين والفسفور والحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم.

وتمثل العناصر الاربعة الكربون والنتروجين والأكسجين والهيدروجين حوالي 97 % من كمية المادة الحية، وتدور هذه العناصر في الطبيعية في دورات تسمي الدورات البيوجيوكيماوية اي من المكونات غير الحية (الجيولوجية والكيميائية) الي المكونات الحية (البيولوجية) ثم الي المكونات الغير حية في شكل دورة متصلة. ويساعد فهم الدورات الطبيعية وسريان الطاقة في البيئة علي تفهم المشكلات البيئية مثل مشكلة التلوث وانتقاله الي الأنسان والكائنات الحية الاخري.

ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي 0.03% من الغلاف الجوي، وبزيادة كميته عن هذه النسبة تحدث المشاكل البيئية والصحية. وهذا الغاز يسير بدوره مغلقة، يستهلك في خلالها من عدد من الكائنات وفي بعض التفاعلات، ثم ما يلبث أن يعود الى الغلاف الجوي.

فاحتراق الوقود والغابات، وعملية التنفس عند الأنسان من شهيق وزفير، وحرق البترول والفحم، وتحلل المواد العضوية كلها تطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. الذي ما يلبث أن يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية. حيث يتحد مع بخار الماء فيكون دقائق الجير التي تترسب في أعماق البحار والمحيطات.

تشكل المركبات الكربونية الأنسجة الحية لكل مـــن النباتات والحيوانـــات. ودورة الكربـــون هـــي دوران الكربون بيـــن الكائنات الحية والبيئات المحيطة بها، وتصف العمليات التي تزيد أو تنقص من كمية ثاني أكسيد الكربون في البيئة.

وعموماً:

1. ثاني أكسيد الكربون موجود في الهواء.
2. تتنفس النباتـــات ثاني أكسيد الكربون أو تمتصه.
3. تتغذى الحيوانات على النباتات.
4. يخرج ثاني أكسيد الكربون كعادم من النباتات والحيوانات.
5. تقـــوم البكتيريا بتحليل الحيوانات والنباتات الهالكة.
6. تحـــول البكتيريـــا مركبـــات الكربـــون إلـــى ثاني أكسيد الكربون وتبدأ الدورة من جديد.

7. تُكوّن بقايا الكائنات الحية التي ماتت منذ أمد طويل، والكائنات الحية الدقيقة أنواعًا عديدة من الوقود الحفري، وعند إحراقه يدخل ثاني أكسيد الكربون إلى الجو.

8. تطلق البراكين ثاني أكسيد الكربون إلى الجو.

الكربون في الطبيعة والتوازن البيئي:

يقول الدكتور نظمي خليل أبو العطا:

ـ الكربون (Carbon) من العناصر المهمة على الأرض فهو يكون الهيكل الكربوني لكل المركبات الحيوية مثل الجلوكوز, والتريوز (Triose)، والبنتوز، واللاكتوز والنشا (Starch)، والجليكوجين، والسليلوز وباقي آلاف وملايين المركبات الكربوهيدرات.

ـ وهو يكون الهيكل الكربوني للدهون والشموع والأحماض الأمينية , وهو مكون أساسي ورئيسي في الخشب والفحم والبترول والأحماض النووية ومركبات الطاقة فنحن نعيش في الكرة الأرضية الكربونية مع نباتاتها وحيواناتها وكائناتها الحية الدقيقة وبشرها ومع كل هذا فنسبته في الهواء الجوي قليلة إذا ما قورنت بالأكسجين (20 % من الهواء الجوي) والنيتروجين حوالي (75 %) أما الكربون (0.3%) فقط والباقي محبوس في جميع المركبات الحيوية المحتوية على الكربون.

ـ وإذا درست دورة الكربون وقارنتها بدورة النيتروجين، ودورة الأكسجين , ودورة الفوسفور (Phosphorus cycle) ودورة الكبريت (Sulfur cycle) وغيرها من دورات العناصر في الكون تجد العجب العجاب في الدورات السابقة تكاد تتساوى أسهم التصعيد والتحرير مع أسهم الإنزال والتثبيت.

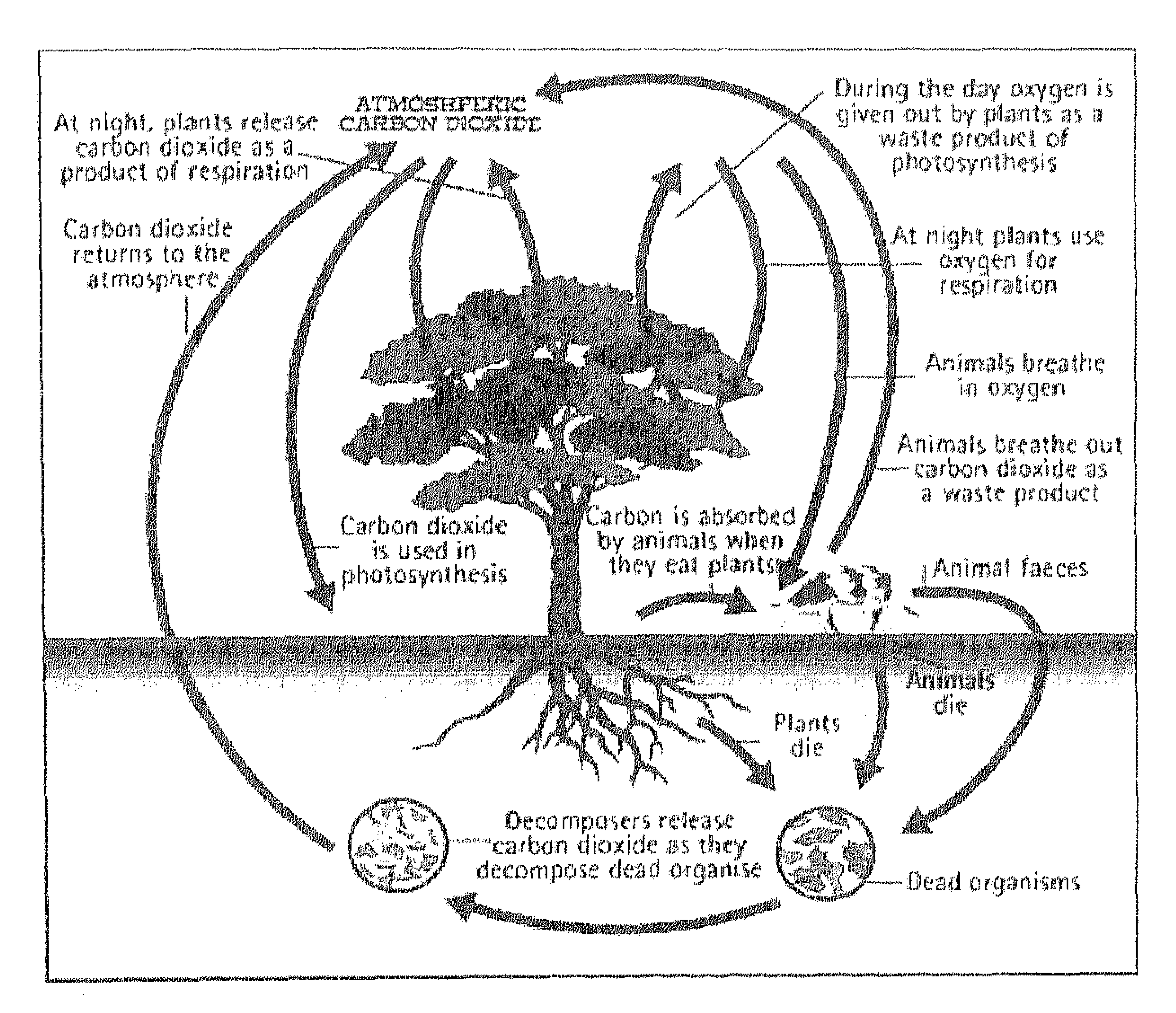
ـ فالكل ينفث الكربون في الجو والهواء: المصانع، والمزارع، والمنازل، والمدارس، والسيارات، والطائرات، والحيوان، النبات، والكائنات الحية الدقيقة.

دورة الكربون والتلوث Carbon Cycle and Pollution

النبات فقط هو وبعض الطلائعيات والأوليات الذي يصفي الجو وينقيه من الكميات الزائدة من الكربون بعملية البناء الضوئي.

وعندما تختل كمية الكربون في البيئة تظهر ظاهرة الدفيئة أو الاحتباس الحراري أو ظاهرة البيوت الخضراء (The Greenhouse effect) أو الصوب التي نزرع فيها النباتات حيث تحتبس كميات من الحرارة في جو الأرض كما يحبس البيت الزجاجي الحرارة لتدفئة النبات وهذا سيترتب عليه ذوبان كميات من الجليد ظلت متجمدة لملايين السنين في الأقطاب الباردة على الأرض وفي سفوح الجبال الشاهقة، ولحظتها تغرق الجزر والعديد من البلدان الشاطئية في ظاهرة خطيره.

والكل يحرق الوقود الكربوني والكل ينفث مركبات الكربون إلى الجو, ويقوم النبات وبعض الكائنات الحية الأولية والطلائعية الأخرى بتثبيت ثاني أكسيد الكربون لإنتاج الغذاء والخشب والأكسجين والمركبات الكربونية الأخرى.



صورة تبين دورة حياة الكربون في الطبيعة

إذا زاد ثاني أكسيد الكربون مرض الأنسان والحيوان والكائنات الحية الدقيقة واختل ميزان العدل والاتزان الحيوي وكانت الطامة الكبرى التي قال الله عنها: (ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس) [الروم : 41].

اعد الله الارض صالحة لحياة الأنسان والحيوان والكائنات الحية الدقيقة والنبات، وجعل النبات رئات تنتج الأكسجين وتحرره من الماء، وتثبت الكربون في المواد النباتية، ويساعده في ذلك بعض الأوليات والطلائعيات.

واساء الانسان ببيئته عندما قام بفعل الاشياء التالية:

ـ قطع مساحات ضخمة من الغابات.

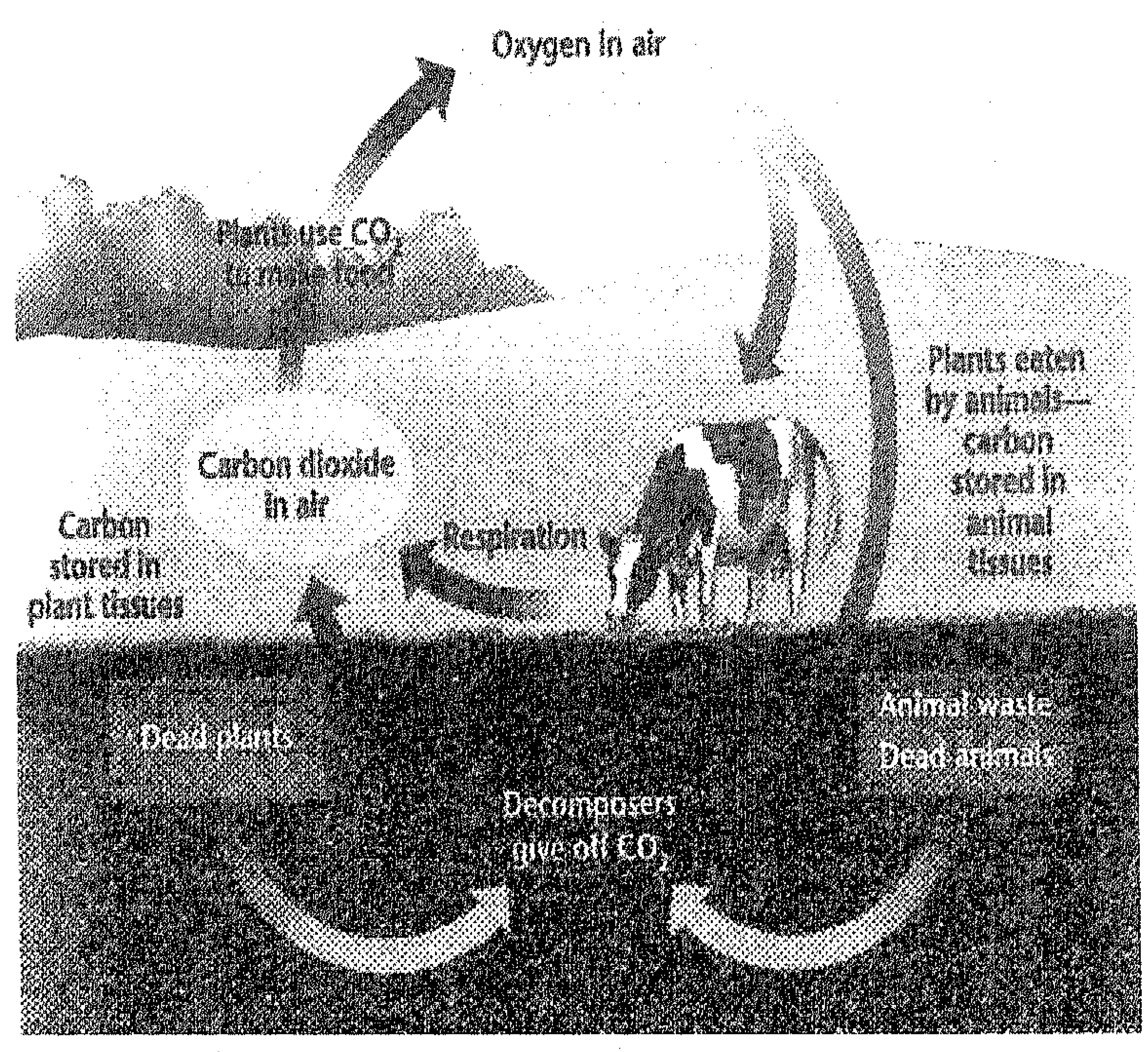
ـ استهلك الفحم والخشب والبترول بلا نظام وحساب.

ــ لوث البيئة الأرضية بملوثات قضت على النبــات والكائنــات الحيــة الدقيقــة والطلائعيات.

دورة الأكسجين Oxygen Cycle

يشكل الأكسجين حوالي 21 % من حجم الهواء , وهذه نسبة تكفي حاجة الكائنات الحية الهوائية الموجودة علي اليابسة , كما ان هناك قسما من الأكسجين يكون مذابا في البيئة المائية لضمان حياه الكائنات الحية المائية.

وترتبط دورة الأكسجين بدورة الكربون اذ تقوم الكائنات الحية الهوائية بتنفس الأكسجين واطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تستخدمه الكائنات النباتية الخضراء في عملية البناء الضوئي وبذلك تغلق الدورة. وللاكسجين اهمية كبري في البيئة فهو عنصر هام للكائنات الحية الهوائيةوله اهمية كبري في بناء حزام الاوزون في طبقة الستراتوسفير الذي يحمي الكائنات الحية علي سطح الأرض من الاشعة فوق البنفسجية.



صورة تبين دورة حياة الاكسجين في الطبيعة

النيتروجين في الطبيعة Nitrogen in Nature

يشكل عنصر النيتروجين تقريباً 78% من حجم الهواء, ويعد عنصراً هاماً في تكوين مركبات عضوية أهمها البروتينات والاحماض النووية.

وتحصل النباتات على النيتروجين من أملاح النترات التي توجد في التربة, وتحصل الحيوانات على النيتروجين عندما تتغذى على النباتات والحيوانات آكلة النباتات.

وتقوم النباتات باستعمال عنصر النيتروجين في تكوين البروتينات, ويعود النيتروجين مرة أُخرى الى التربة بعد تحلل الحيوانات والنباتات بواسطة البكتيريا والفطريات. وهناك أنواع من البكتيريا توجد في التربة تستطيع أكسدة الامونيا, وأنواع أُخرى تعمل على تثبيت النيتروجين الجوي مباشرةً في التربة.

وهذه الأنواع تعرف بالبكتيريا العقدية وهي تعيش في عقد على جذور النباتات البقولية.

تحتاج جميع النباتات والحيوانات للنيتروجين، وهو موجود في البروتينات والأحماض النووية، إلا أن معظم الكائنات الحية، لا يمكنها استخدام النيتروجين مباشرة من الجو.

وعموما:

1. يوجد النيتروجين في الهواء.
2. تمتص بعض جذور النباتات النيتروجين الموجود في الجو.
3. تستخدم النباتات النيتروجين لإنتاج البروتين.
4. تتغذى الحيوانات على البروتينات النباتية.
5. تتحول البروتينات في الكائنات الميتة، وفي المخلفات الحيوية إلى أمونيا بواسطة كل من البكتيريا والفطريات.
6. تقوم أنواع أخرى من البكتيريا بتحويل الأمونيا إلى نترات.

7. تضاف النترات الصناعية للتربة كمخصبات،وعند إضافة كميات كبيرة منها تتلوث مصادر المياه بالنترات.
8. تمتص النباتات النترات.
9. يوجد النيتروجين في الهواء.
10. تمتص بعض جذور النباتات النيتروجين الموجود في الجو.
11. تستخدم النباتات النيتروجين لإنتاج البروتين.
12. تتغذى الحيوانات على البروتينات النباتية.
13. تتحول البروتينات في الكائنات الميتة، وفي المخلفات الحيوية إلى أمونيا بواسطة كل من البكتيريا والفطريات.
14. تقوم أنواع أخرى من البكتيريا بتحويل الأمونيا إلى نترات.
15. تضاف النترات الصناعية للتربة كمخصبات، وعند إضافة كميات كبيرة منها تتلوث مصادر المياه بالنترات.
16. تمتص النباتات النترات.

دورة النيتروجين Nitrogen Cycle

تقسم دورة النتروجين الي اربعة مراحل:

1- تثبيت النتروجين تحويل النتروجين الجوي الي مركبات غير عضوية كالامونيا

نتروجين (غاز) ← أمونيا

تقوم بهذه العملية بكتريا تعيش في جذور النباتات البقولية

2- النترتة وهي تحويل الامونيا الي نترات

امونيا ← نترات

تقوم بهذه العملية بكتريا تدعي بكتريا النترتة

3- انتقال النتروجين في الدورات والسلاسل الغذائية

انتجت

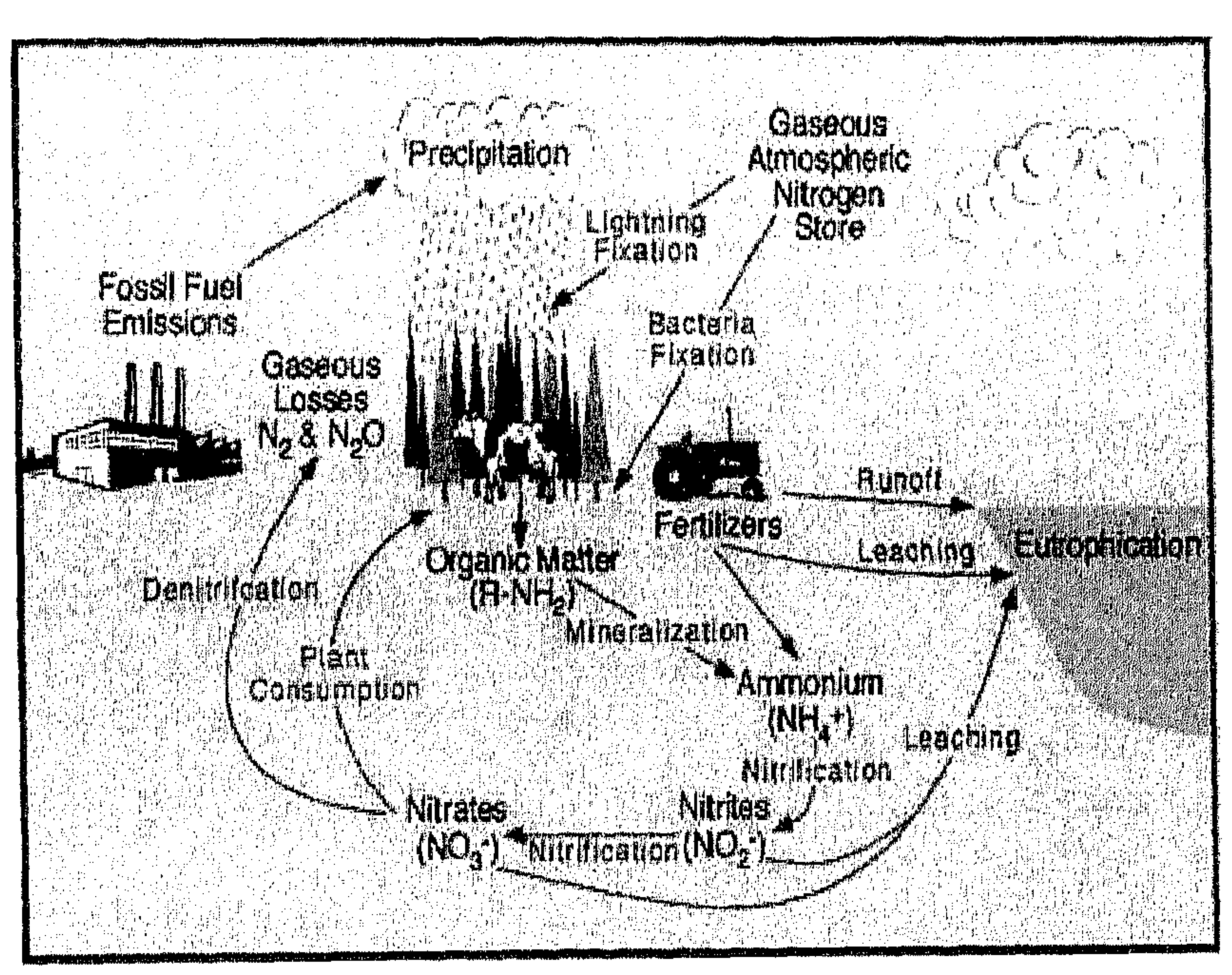
النباتات ← بروتينات ← المستهلكات تغذت علي البروتينات

↓

حصلت علي النتروجين ← حصلت علي البروتينات

4- نزع النتروجين تحويل النترات الى نتروجين جوي

تقوم بهذه العملية بكتريا تعيش في التربة.



مخطط لدورة النتروجين

دورة الكبريت Sulfur Cycle

يعد الكبريت من العناصر الاساسية اللازمة للكائنات الحية، اذ لا تفتقر التربة او الكائنات الحية من نبات وحيوان الي الكبريت. ويوجد في الطبيعة مصادر متعددة للكبريت من اهمها:

- تحلل المواد العضوية في التربة والتي ينتج عنها مركبات الكبريت بالاضافة الي مركبات اخري.
- تجوية بعض الصخور المحتوية علي الكبريت.
- البراكين والتي يتصاعد منها بعض الغازات الكبريتية.
- التلوث الناتج عن انشطة الانسان المختلفة كالصناعة والمواصلات والتدفئة حيث تنطلق الملوثات ومن ضمنها الكبريت في صورة أكاسيد كبريتية كثاني وثالث اكسيد الكبريت اللذان يسقطان مع مياه الامطار مكونين في بعض الحالات الامطار الحمضية. وتصل كمية الكبريت الساقطة مع مياه الامطار في بعض المناطق حوالي 60 كيلوجرام في السنة لكل هكتار كما تذهب بعض المركبات الكبريتية مع المياه في مجاري المياه.

وتأخذ النباتات الخضراء الكبريت من الوسط الذي تعيش به علي شكل ايونات الكبريتات SO_4^{-} وتستعمله في بناء البروتينات الخلوية. ومن خلال السلسة الغذائية تستفيد الكائنات الحية الاخري من هذه المركبات الكبريتية في بناء الخلايا وعند موت الكائنات الحية يتم تحلل المواد العضوية أما هوائيا او لاهوائيا ففي الظروف اللاهوائية كالتربة الرطبة والمستنقعات ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين والذي يلعب دورا اساسيا في البيئة للاسباب الاتية:

1- له تأثير سام علي الكائنات الحية.
2- رائحته الكريهة التي تحد من استعمال المياه وخاصة كمصدر للشرب.
3- أحداث الاضرار بالاسمنت والمعادن عند اكسدته الي كبريتات
4- احداث تاكل ببعض المنشأت المعدنية عند تحوله الي أحماض كبريتية.

وفي الظروف الهوائية ينتج عن تحلل المواد العضوية المحتوية علي كبريت أكاسيد الكبريت، وهنا يتم اكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين الي كبريتات بواسطة

بكتريا الكبريت Theobacilluse للحصول علي الطاقة نظرا لان هذه البكتريا من الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية كيميائيا.

وعند تحول الظروف الهوائية الي ظروف لاهوائية يتم اختزال الكبريتات الي غاز كبريتيد الهيدروجين بواسطة بكتريا Sporovibio حسب المعادلة:

$$H_2S+ \xrightarrow[\text{[Red] Sporovibio anaerob}]{\text{[O] Theobacilluse aerob}} SO_4^{--}$$

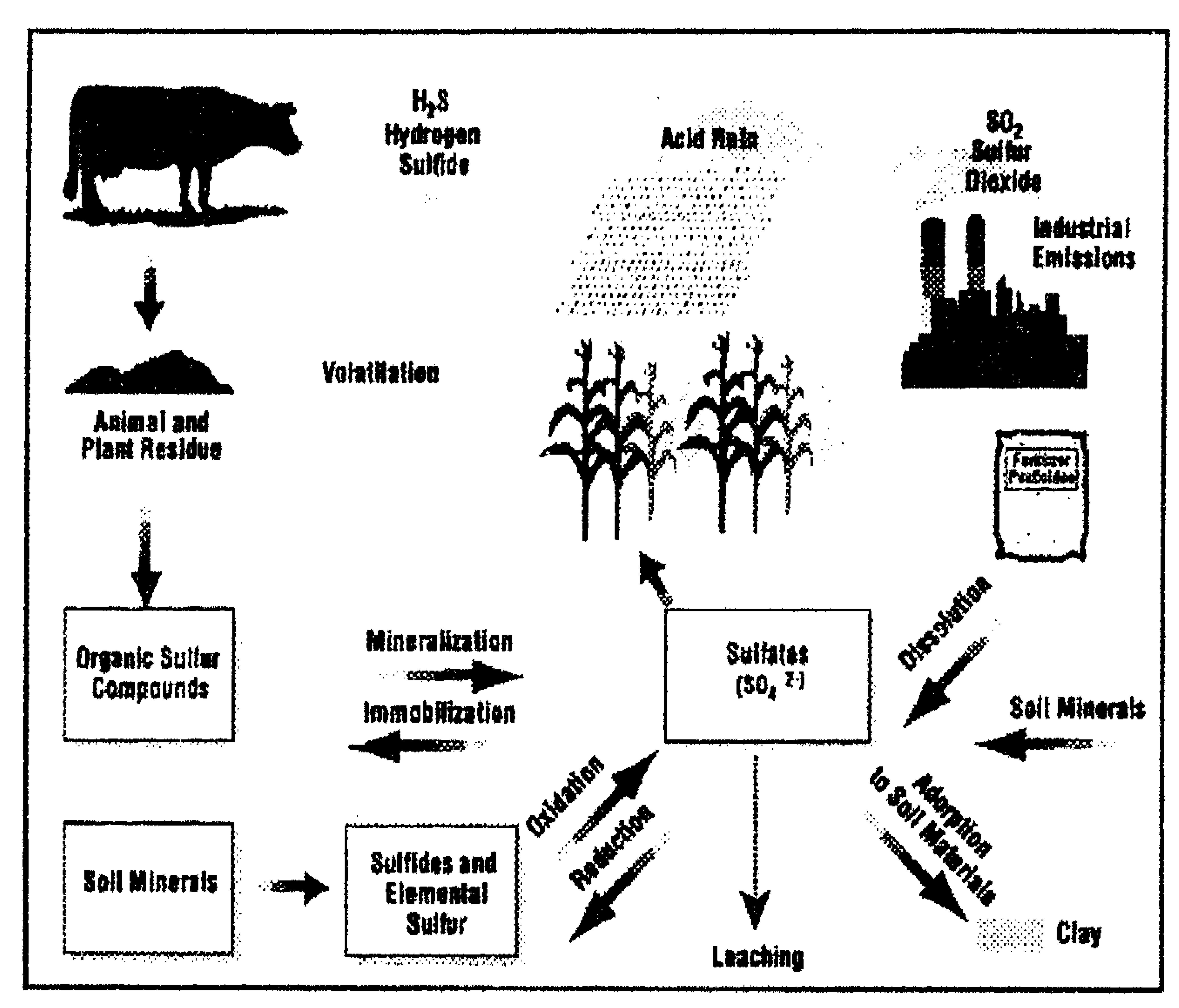
كما تقوم بكتريا الكبريت بأكسدة الكبريت العنصري أو اية مركبات كبريتية اخري للحصول علي الطاقة حسب المعادلة:

$$2S + 2H_2O+ 3O_2 \xrightarrow[\textbf{chemoautotroph}]{\textbf{Theobacilluse aerob}} 2H_2SO_4$$

ويلعب حمض الكبريتيك دورا هاما في تجوية الصخور عن طريق اذابة وترسيب المعادن، كما يساعد علي تمكين النباتات من الاستفادة ببعض العناصر الغذائية عن طريق اذابتها مثل اذابة الفسفور من الصخور الحاوية علي معدن الابتايت Apatite صعبة الذوبان. ويمكن اجمالي دورة الكبريت في النقاط التالية:

1. الكبريت جزء مهم في كل بروتين تقريبًا.
2. تمتص جذور النباتات الكبريتات أو المركبات الكبريتية.
3. يحل الهيدروجين محل الأكسجين في الكبريتات عندما يقوم النبات بعملية إنتاج الأحماض الأمينية.
4. .تتغذى الحيوانات على النباتات.
5. تتكسر الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت في الحيوانات الميتة والنباتات بواسطة الكائنات الدقيقة المحلة، حيث ينتج كبريتات الهيدروجين.
6. تقوم البكتيريا بإخراج الكبريت من الكبريتات.

7. تقوم أنواع أخرى من البكتيريا بعمل اتحاد بين الكبريت والأكسجين لإنتاج الكبريتات. ويبين الشكل التالي مخطط لدورة الكبريت في الطبيعة.



مخطط لدورة الكبريت

دورة الفسفور Phosphorous Cycle

يعتبر الفسفور واحدا من العناصر الهامة في الكائنات الحية لكونه يدخل في تركيب العظام والاسنان. وهو يوجد في الطبيعة علي شكل فوسفات. وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في ايصاله للانهار والبحار، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل الي الطيور التي تقتات علي هذه النباتات.

ويوجد الفسفور بكميات كبيرة في فضلات الأنسان والحيوان والتي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات. كما يتسبب الفسفور المضاف إلى المنظفات الصناعية لزيادة قدرتها على التنظيف الي ارتفاع نسبة الفسفور في مياه الصرف الصحي

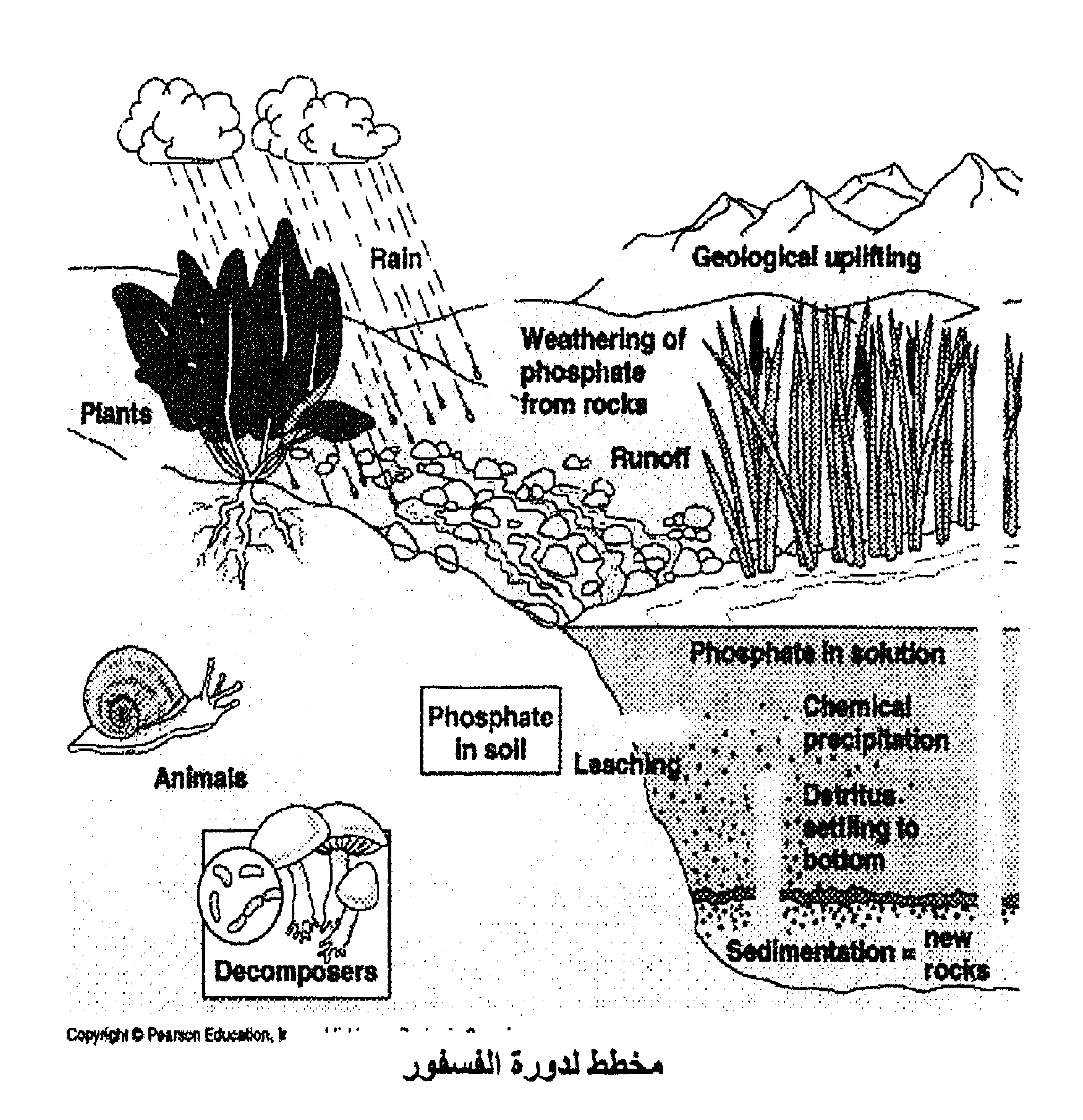
والصناعي وبالتالي الي تلوث مياه المجاري المائية كالانهار والبحار، اما عن والكميات التي تصل الي البحار والمحيطات فتتسرب الي قاع البحر لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور.

ومركبات الفوسفات من المركبات الثابتة من الناحية الكيميائية ولذلك فان اثارها تبقي في التربة زمنا طويلا، وتعد مركبات الفوسفات من اهم المركبات التي تلوث مياه المجاري المائية وتؤدي زيادة نسبتها الي الاضرار بحياه كثير من الكائنات الحية التي تعيش في تلك المجاري المائية ومن الاضرار التي تسببها المخصبات الزراعية الفوسفاتية الزائدة عن حاجة النبات ما يلي:

1- عندما تنساب كميات كبيرة من المركبات الفوسفاتية إلى أنظمة المياه حيث تعمل على تحفيز النمو الزائد للطحالب., اي زيادة في نمو الطحالب وتكاثرها، إلى حد لا تستطيع الحيوانات الصغيرة وغيرها في البحيرة استهلاك هذه الكميات من الطحالب، ما يجعل قدر كبير من هذه الطحالب يموت ويرسب في قاع البحيرة، ليتم تحلله هناك.

ويتطلب تحلل بقايا الطحالب المترسبة في قاع البحيرة نسبة عالية من الأكسجين المذاب في الماء. ويتم هذه الطلب الزائد على الأكسجين المذاب في الماء على حساب احتياجات الحيوانات المائية في البحيرة، ما يجبر هذه الحيوانات للهجرة من البحيرة التي تدنت فيها نسبة الأكسجين المذاب.

وكلما اختفت أو هاجرت الحيوانات من البحيرة، ازداد نمو وتكاثر الطحالب، بسبب عدم وجود من يستهلكها. وبهذه الطريقة يتسارع تكاثر الطحالب في البحيرة وهجرة الحيوانات منها، ما يسبب انقطاعاً في السلسلة الغذائية لنظام البحيرة. ويعرف هذا الخلل في النظام البحيري علمياً، باسم اضطراد النمو البيولوجي Eutrophication، ويبين الشكل التالي دورة الفسفور في الطبيعة.



Copyright © Pearson Education, I

مخطط لدورة الفسفور

الفصل الثاني

النظام البيئي المائي

2-1. الدورة الهيدرولوجية للماء على سطح الأرض

2-2. صور وجود الماء على الأرض

2-3. خواص الماء الكيميائية والفيزيائية

2-4. مصادر المياه علي الارض

2-4-1. أولاً مياه الأنهار

2-4-2. ثانياً مياه الأمطار

2-4-3. ثالثاً ماء البحار المحيطات

2-4-4. رابعاً ماء البحيرات

2-4-5. خامساً المياه الجوفية

الفصل الثاني

النظام البيئي المائي

2-1.الدورة الهيدرولوجية للماء على سطح الأرض

إن دورة الماء تصف وجود وحركة المياه على الأرض وداخلها وفوقها. وتتحرك مياه الأرض دائما، وتتغير أشكالها بإستمرار، من سائل إلى بخار، ثم إلى جليد، ومرة أخرى إلى سائل. لقد ظلت دورة الماء تعمل مليارات السنين، وتعتمد عليها كل الكائنات الحية التي تعيش على الأرض حيث من دونها تصبح الأرض مكاناً طارداً تتعذر فيه الحياة..

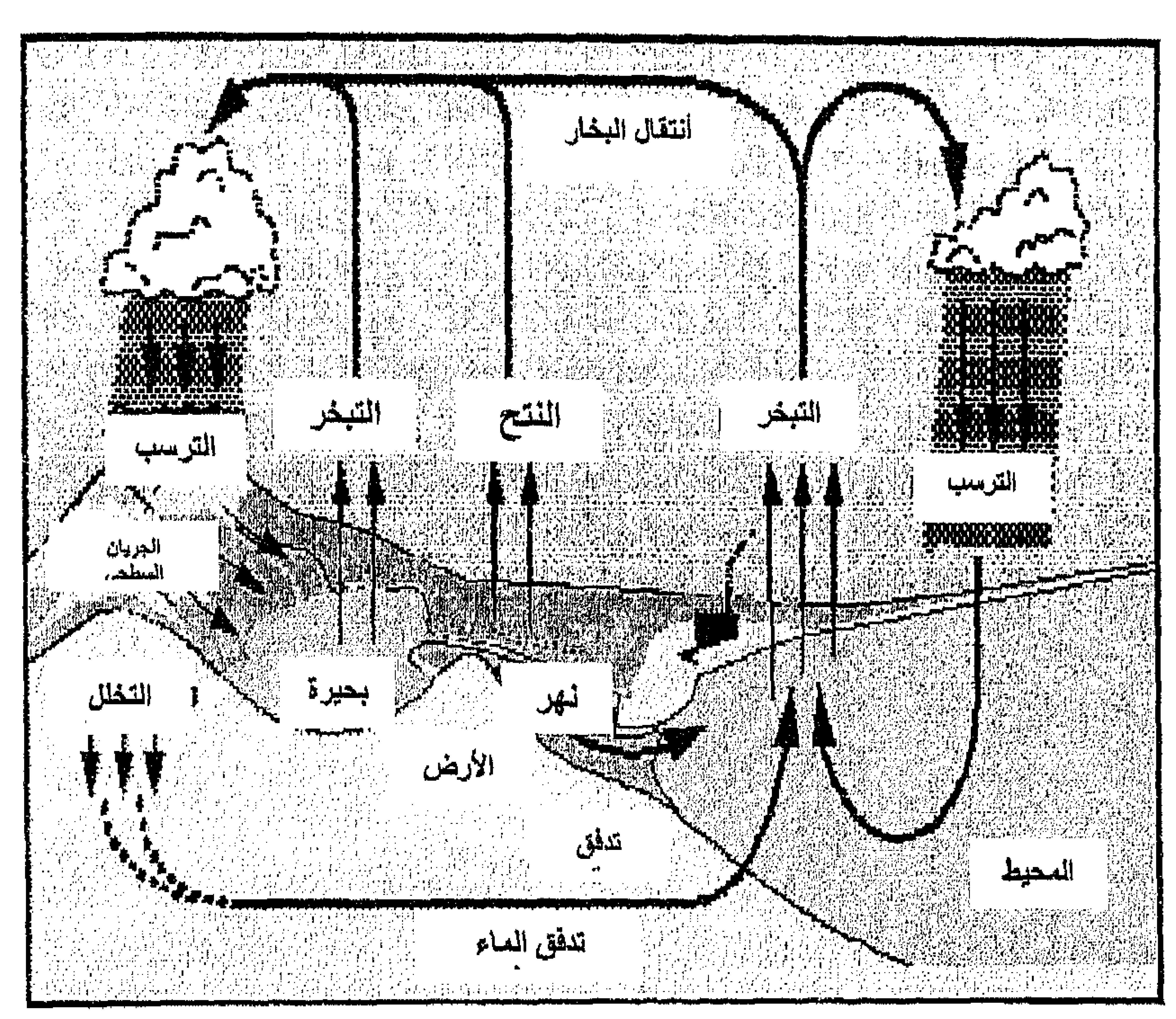
قال تعالى (وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الأرض وَإِنَّا عَلَى ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ) [سورة المؤمنون: الآية 18]

يتميز الماء الموجود فوق الأرض، بالحركة الدائمة والدوران المستمر. فماء المحيطات والبحار يصعد إلى الهواء، عن طريق عملية التبخر حيث يُكوّن السحاب، الذي تدفعه الرياح إلى مناطق الأرض المختلفة، ثم يتكثف ويهطل أمطاراً على الأرض، ومنها يرجع إلى المحيطات مرة أخرى.

وتبلغ كمية المياه المتبخرة من الأرض، بفعل حرارة الشمس لتكّون السحاب، حوالى 500 ألف كيلو متر مكعب. ومعظم هذا السحاب المتكوّن، ينشأ من المحيطات عن طريق عملية البخر. كما أن هناك كمية قليلة من السحاب، الذي يتكّون من خلال عملية البخر من الرطوبة، الموجودة في سطح التربة وعملية النتح من أوراق النبات، حيث تعرف هاتان العمليتان معاً باسم "البخر ـ النتح".

ثم يتكثف هذا السحاب، ليسقط أمطاراً على الأرض. وتسقط معظم هذه الأمطار، مرة أخرى، في المحيطات والبحار، ويتبقى جزء قليل يسقط على اليابس. وبمقارنة كمية ماء الأمطار المتساقطة على اليابس، بالماء الذي تبخر منها عن

طريق البخر والنتح، تعد كمية الأمطار أكثر بكثير من تلك التـــي تصـــاعدت مـــن اليابسة. إلاّ أن هذه الزيادة ترجع مرة أخرى إلى المحيطات والبحار، عن طريـــق ظاهرة الجريان السطحي لمياه الأمطار، من خلال المياه الجوفية والأنهار الجارية. ثم تبدأ دورة جديدة للمياه من المحيطات، إلى الهواء، إلى الأرض، ثم إلى المحيط. وهذه الدورة الدائمـــة لميـــاه الأرض، تُســـمى دورة المـــاء (Water Cycle)، أو (Hydrologic Cycle).



شكل 2-1 مخطط يبين دورة الماء علي سطح الأرض

وحسب الموازنة المائية فأنه لا يوجد اي فقدان للمياه في الميزان المائي ويعبر عن ذلك المعادلتين التاليتين:

1.معادلة البحار والمحيطات

المعدل السنوي للمياه المتبخرة = المعدل السنوي للمياه الساقطة في البحار والمحيطات+ المعدل السنوي لصبيب الأنهار في البحار والمحيطات.

اي ان:

معدل التبخر = معدل السقوط + معدل الصبيب

2. معادلة اليابسة

الكمية الوسطي المتبخرة = الكمية الوسطي للتساقط علي اليابسة + الكمية الوسطي لصبيب الأنهار في البحار والمحيطات

اي ان:

الكمية المتبخرة = الكمية المتساقطة + كمية الصبيب

ونتيجة لهذه الدورة، فإن كمية الماء العذب الموجود على سطح الأرض، هي الكمية نفسها منذ قديم الأزل، وهي الكمية نفسها، التي سوف تظل فوق سطح الأرض. وهذه الكمية يعاد استخدامها مرة بعد مرة.

2-2. صور وجود الماء على الأرض

على الرغم من كبر المساحة التي يغطيها الماء، من سطح الكرة الأرضية، إلاّ أن الحجم الفعلي للماء مقارنة بحجم الكرة الأرضية، يبدو ضئيلاً. فإذا تخيلنا الأرض مثل برتقالة، فإن الحجم الإجمالي للماء لا يكاد يملأ ملعقة شاي، والحجم الحقيقي الذي تحتويه هذه الملعقة هو حوالي 1.5 مليار كيلومتر مكعب.

ويشكل ماء المحيطات حوالي 97% من حجم الماء الموجود على سطح الأرض، إلاّ أن هذا الماء مالح ولا يصلح للاستخدام الآدمي، من شرب، أو زراعة،

ونحو ذلك، نتيجة ذوبان العديد من الأملاح فيه. أمّا كمية الماء العذب الصالحة للاستهلاك الآدمي، فلا تتجاوز 0.3% من الماء الموجود في الكرة الأرضية. ويتضمن هذا الماء، ماء البحيرات والأنهار، والمياه الجوفية الموجودة في أقل من نصف ميل عمق. ويدخل في هذا، حساب كمية الماء العذب الموجود على هيئة بخار ماء في الغلاف الجوي، الذي سوف يتحول في النهاية إلى أمطار، والرطوبة الموجودة في تربة الأرض السطحية.

وتمثل الجبال القطبية غالبية الماء العذب الموجود على سطح الكرة الأرضية، حيث تصل نسبتها إلى حوالي 2,2% من إجمالي كمية المياه في الأرض، ممثلة ما يزيد عن ثلاثة أرباع مخزون الماء العذب في العالم.

أمّا المياه الجوفية، فإن نسبتها تصل إلى حوالي 0.6% من كمية الماء الموجود في الأرض، وهي إمّا أن تكون قريبة من سطح الأرض فتكون عذبة، وإمّا أن تكون على أعماق سحيقة، فنجد في مياهها نسبة عالية من الأملاح، التي ذابت فيها أثناء رحلتها الطويلة إلى باطن الأرض والجدول رقم (2-1) يوضح أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء، بالحجم والنسبة المئوية.

أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء				
مصدر الماء	**حجم الماء بالكيلومترات المكعبة**	**حجم الماء بالأميال المكعبة**	**نسبة المياه العذبة**	**نسبة الماء بأكملها**
المحيطات والبحار والخلجان	1,338,000,000	321,000,000	--	96.5
الكتل والأنهار الجليدية والثلوج الدائمة	24,064,000	5,773,000	68.7	1.74

أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء				
مصدر الماء	حجم الماء بالكيلومترات المكعبة	حجم الماء بالأميال المكعبة	نسبة المياه العذبة	نسبة الماء بأكملها
المياه الجوفية	23,400,000	5,614,000	--	1.7
عذب	10,530,000	2,526,000	30.1	0.76
مالح	12,870,000	3,088,000	--	0.94
رطوبة التربة	16,500	3,959	0.05	0.001
أرض دائمة التجمد	300,000	71,970	0.86	0.022
البحيرات	176,400	42,320	--	0.013
عذب	91,000	21,830	0.26	0.007
مالح	85,400	20,490	--	0.006
الغلاف الجوي	12,900	3,095	0.04	0.001
مياه المستنقعات	11,470	2,752	0.03	0.0008
الأنهار	2,120	509	0.006	0.0002
المياه البيولوجية	1,120	269	0.003	0.0001
الإجمالي	1,386,000,000	332,500,000	-	100
المصدر: موارد المياه. موسوعة المناخ والطقس. أعده للنشر أس. أتش. شينيدر، مطبعة جامعة أكسفورد، نيويورك، المجلد 2 ص 817 – 828				

2-3. خواص الماء الكيميائية والفيزيائية

من المهم قبل التعرض بالتفصيل لعناصر البيئة المائية من انهار ومحيطات وبحار ومياه جوفية لابد من معرفة الخواص الفريدة للماء والتي اكسبته كثير من المميزات الهائلة وجعلته بحق سائل الحياه الفريد.

إن الماء، بما له من خواص، فيزيائية وكيميائية وبيولوجية وميكروبيولوجية، هو أهم مركب على الأرض؛ بل لا حياة عليها من دونه. ومن صفاته الظاهرة، أنه عديم اللون، والرائحة, والطعم. ولكن خواص الماء مرتبطة بتركيبه الجزيئي الفريد؛ لذا، لا بد من تناوله، قبل استعراضها.

- التركيب الجزيئي للماء

إن من أهم خواص الماء، هو وجوده في الحالة السائلة، تحت درجات الحرارة العادية، التي تكون فيها أي مادة، لها وزنه الجزيئي نفسه، في حالته الغازية.

فحالة المادة (صلبة، سائلة، غازية)، مرتبطة بوزنها الجزيئي ؛ إذ إن الجزيئات الصغيرة تكون غازاً، والمتوسطة سائلاً، والكبيرة صلبة؛ وذلك نابع من أن قوة ترابط الجزيئات بعضها ببعض تعتمد على حجمها. لذا، فعند مقارنة الماء بمواد أخرى شبيهة، فالمتوقع أن يكون غازاً، ويبين الجدول التالي بعض الخواص الطبيعية للماء، مقارنة بمركبات أخرى).

جدول 2-2

الخواص الطبيعية للماء، مقارنة بمركبات أخرى

المادة	الوزن	درجة الغليان	درجة التجمد	الحرارة الكامنة للتبخر
الميثان	16	162-	183-	122
الامونيا	17	33-	78-	237
الماء	18	100-68	0.0	540
كبريتيد	34	61-	82-	132
الفوسفين	34	88-	134-	103
ثاني أكسيد	44	78-	57-	87
البروبين	44	42-	188-	102
سلينيد	50	42-	62-	
تيلينيد	129	4-	51-	

تحت ظروف درجات الحرارة العادية، على سطح الأرض. ويضاف إلى ذلك، أن كمية الحرارة اللازمة للإذابة، وتلك اللازمة للتبخر، هما عاليتان، بالنسبة إلى الماء.

وعمليتا الإذابة والتبخر، ليستا إلا فك للروابط البينية بين الجزيئات. وبما أن جزيئات الماء، يستهلك تفككها كمية أكبر من الطاقة (الحرارة)، فإن الروابط بينها، هي أقوى منها بين جزيئات المواد الأخرى، المشابهة للماء في تركيبها الجزيئي، كتلك التي تتركب جزيئاتها من ذرتين من الهيدروجين، وذرة من عنصر آخر، مثل

كبريتيد الهيدروجين مثلاً. وهو ما حمل العلماء على البحث عن قوة إضافية، تربط جزيئات الماء بعضها ببعض.

ثمة تجاذب ضعيف، نسبياً، بين جزيئات أي مادة، ناتج من القوى الإلكتروستاتيكية، بين الذرات الموجبة الشحنة، في أحد الجزيئات، والذرات السالبة الشحنة في جزيء آخر. ويتغلب التجاذب على التنافر الإلكتروستاتيكي، بين ذرات الجزيئات وإلكتروناتها.

قوة التجاذب هذه، تعرف بقوة فان دير والس Van Der Waals Force. وتصبح فاعلة، عندما تتقارب الجزيئات تقارباً كبيراً؛ كما في السوائل، والمواد الصلبة.

ويزداد التجاذب قوة، كلما كان الجزيء أثقل؛ لذا، تزداد كمية الطاقة، اللازمة للتغلب على قوة فان دير والس، لتغيير حالة المادة، كلما ازداد الوزن الجزيئي. ونتيجة لذلك، تزداد نقطة ذوبان المواد ونقطة غليانها، مع ازدياد ذلك الوزن.

ولتكسير الروابط بين الجزيئات، لا بد من ضخ طاقة بينها، تتغلب عليها أو على بعضها؛ فتتمكن الجزيئات من زيادة سرعة حركتها. وهذه هي الروابط، التي ينبغي التغلب عليها، لتحويل المادة من حالة الصلابة إلى الحالة السائلة، أو من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. في الحالة الصلبة، تكون قوة فان دير والس قوية جداً، الجزيئات متقاربة جداً؛ فلا تستطيع أن تتحرك؛ وإنما تقتصر على الاهتزاز، وهي في مكانها.

في الحالة السائلة، تكون الجزيئات قد اكتسبت قدراً من الطاقة، يمكنها من التغلب على كثير من روابط فان دير والس؛ وتتحرك حول بعضها بحرية أكثر؛ ولكنها تظل مشدودة بعضها إلى بعض. وفي هذه الحالة، تظهر جميع أشكال حركة الجزيئات، من اهتزاز، ودوران، وانتقال.

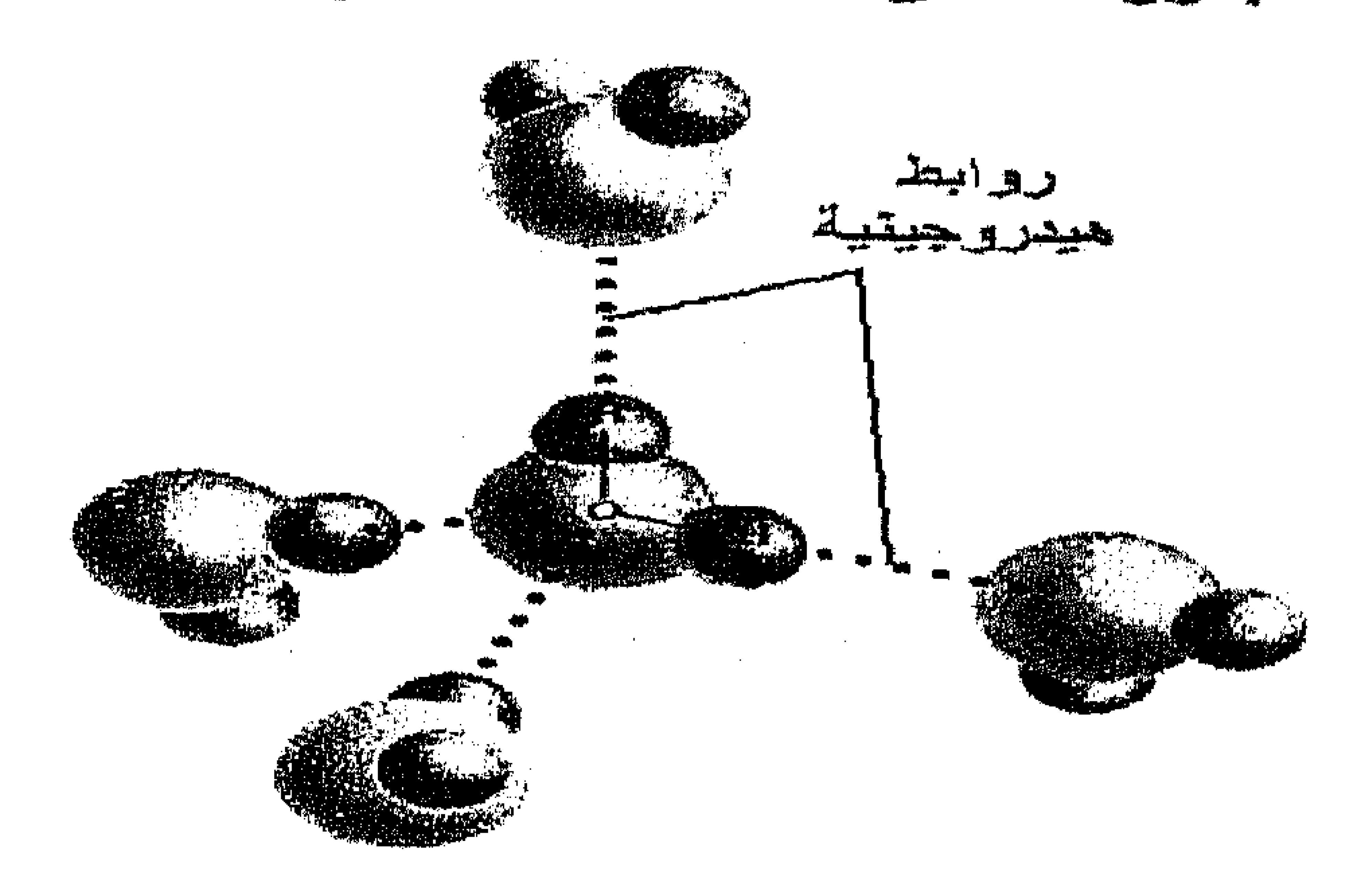
في الحالة الغازية، تنطلق الجزيئات، وتتحرر من جميع الـروابط. ويصبح العشوائي الانتقال، هو السمة الوحيدة لحركة بعضها حول بعض. ويقتصر التـأثير المتبادل بينها، في هذه الحالة، على اصطدامها، خلال حركتها العشوائية.

لاحظ العلماء وجود قوة تربط بين جزيئات الماء، إلـى جانـب قـوة فـان ديروالس.ويعزى إلى تلك القوة الإضافية ارتفاع درجة حرارة نقطة ذوبان المـاء، ونقطة غليانه، عما هما عليه في المركبات الشبيهة به. وتلك القوة مرتبطة بالشـكل الفريد لجزيء الماء، وتوزُّع الشحنات في الذرات المكونة للجزيء.

توضح الأشعة السينية، أن الذرات في جزيء الماء، لا تترابط بشكل خطي، ولا بزاوية قائمة. ولكن الارتباط بين ذرتي الهيدروجين وذرة الأكسجين، بزاوية 104.5؛ وهو ارتباط تساهمي – يكون فيه إلكترون الهيـدروجين مشـتركاً بـين الذرتين.

ونتيجة للطبيعة القطبية للروابط في جزيء الماء، تتوزع الشحنات الكهربائية توزعاً غير متوازن؛ إذ تحمـل ذرة الأكسـجين شـحنة سـالبة، وتحمـل ذرتـا الهيدروجين شحنتين موجبتين. وحقيقة قطبية جزيء الماء، تعنـي جـذب جانبـه الموجب للجانب السالب من جزيء آخر (انظر شكل تجاذب جزئيات الماء). هـذا التجاذب بين جزيئات الماء، يفسر كمية الحرارة العالية، نسـبياً، اللازمـة لفصـل الجزيئات بعضها عن بعض، عند تحويلها من حالة السيولة إلى حالة الغازية، مثلاً، أو من حالة الصلابة إلى حالة السيولة. حتى عند تجمد الماء، وتكـوّن البلـورات الثلجية، التي تترابط فيها الجزيئات، في الغالب، بشكل سداسي، تظل هذه الـروابط موجودة. هذه الروابط الإضافية، هي ما يطلق عليه الروابط الهيدروجينية كما يبين الشكل التالي.

تجاذب جزيء الماء بالجزيئات المجاورة له من خلال الروابط الهيدروجينية



انظر الي الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء. فذرة الهيدروجين في جزيء الماء، ترتبط بذرة أكسجين ارتباطاً تساهمياً، وتنجذب إلى ذرة أكسجين أخرى من جزيء آخر، انجذاباً قطبياً، ناتجاً من شحنته السالبة،

والشحنة الموجبة العالية، نسبياً، لذرة الهيدروجين، والناتجة من جهدها الأيوني العالي. فالروابط الهيدروجينية أقوى من روابط فان دير والس، ولكنها أضعف كثيراً من الروابط التساهمية. ففي حين لا يتطلب فك جزيء جرامي2310 ×6.02 مول من الروابط الهيدروجينية، أكثر من 5 كيلوات كالوري، يتطلب فك مقدار مساوٍ، من الروابط التساهمية، 90ـ100 كيلو كالوري. الروابط التساهمية، هي داخل الجزيء؛ بينما الروابط الهيدروجينية، هي بين الجزيئات، وهي ناتجة تجاذب الأقطاب، السالبة والموجبة، لجزيئات المادة.

ترتبط ذرتا الهيدروجين، في جزيء الماء، ارتباطاً هيدروجينياً بجزيئين مجاورين؛ إضافة إلى ارتباط ذرة الأكسجين في الجزيء، بذرتي هيدروجين أخريين، من جزيئين مجاورين آخرين، ارتباطاً هيدروجينياً (انظر شكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء).لذا، فكل جزيء ماء، تربطه روابط هيدروجينية

بأربعة جزيئات مجاورة، في تنظيم رباعي. وتشير القياسات إلى أنه عند درجة حرارة 20° مئوية، يوجد خمسة جزيئات من الماء مرتبطة بعضها ببعض؛ ولكن عدد الجزيئات المترابطة، في كل جزيء، يزداد مع انخفاض درجة الحرارة، وينقص مع ارتفاعها.

هذه الروابط بين جزيئات الماء، هي سبب الحاجة إلى مزيد من الحرارة (الطاقة) لفصل تلك الجزيئات، عند تحوّل الماء من حالة السيولة إلى الحالة الغازية، ومن ثلج إلى سائل. كما تفسر هذه الروابط، كذلك، السعة الحرارية العالية للماء.

وبعبارة أخرى، فإنه يمكن الاستعانة بشكل جزيء الماء، والتوزيع القطبي للشحنات فيه، والروابط الهيدروجينية بين جزيئاته، لتفسير بعض خواصه الفيزيائية، مثل، قدرة الماء على الإذابة؛ والخواص الحرارية للماء، والتغير في كثافته وفي لزوجته، مع التغير في درجات الحرارة، والشد السطحي للماء.

- **قدرة الماء على إذابة المواد الأخرى**

للماء قدرة فائقة على إذابة كثير من المواد، إنما بدرجات متفاوتة؛ والاحتفاظ بها ذائبة فيه. فما أن يحرك السكر، مثلاً، في كوب الشاي، حتى يذوب ويختفي. وكذلك الملح في الحساء. بل إن بعض مظاهر سطح الأرض، ناجمة عن إذابة الماء لبعض مكونات الصخور. فكيف يمكن الماء أن يكون فعالاً في إذابة هذه المواد المختلفة.

تدفع جزيئات الماء قطبيتها إلى الأسطح السالبة الشحنة، بالطرف الذي به ذرة الهيدروجين الموجبة الشحنة، وإلى الأسطح الموجبة الشحنة بالطرف الذي به ذرة الأكسجين السالبة الشحنة تجاه. هذا التوجيه لجزيئات الماء، في المجال الكهربائي يعادل شحناته، ويبطل مفعولها، وحينما تتراصّ جزيئات الماء وتترابط، تحت تأثير قطبية الشحنات، في تجمعات معقدة؛ ترتفع قدرتها على تخفيض شدة

المجال الكهربائي. وبناءً عليه، ينخفض التجاذب الإلكتروستاتيكي، بين الأيونات. ويمكن الماء أن يخفض هذه الروابط إلى 0.0125 من قوتها الأصلية؛ ما يؤدي، في الغالب، انفصال الأيونات بعضها عن بعض.

ملح الطعام، كلوريد الصوديوم، وهو مركب ذو روابط أيونية، يلفت إليه، مثلاً، أمران:

(أ) يوجد في ذرة الصوديوم بروتوناً، في النواة، و11 إلكتروناً حولها؛ واحد فقط من هذه الإلكترونات في الغلاف الخارجي ؛ ينجذب إلىذرة الكلورايد، التي بها 17 بروتوناً، في النواة، و17 إلكتروناً حولها؛ 7 منها فقط في الغلاف الخارجي. وترتبط أيونات الصوديوم الموجبة الشحنة Na^{+}، بأيونات الكلورايد السالبة الشحنة Cl^{-}.

(ب) عند وضع الملح في الماء، تبدأ البلورات الملحية بالذوبان، نتيجة لانخفاض التجاذب الإلكتروستاتيكي، بين أيونات الصوديوم وأيونات الكلورايد، إلى 0.0125 من قوتها الأصلية؛ ما يسهل انفصالها بعضها عن بعض. إذ تنجذب أيونات الصوديوم،بشحنتها الموجبة، إلى القطب السالب لجزيء الماء؛ وتنجذب أيونات الكلورايد، بشحنتها السالبة، إلى القطب الموجب يتفاعل الماء مع كثير من المواد، بطرائق مختلفة. ولذلك يطلق عليه، أحياناً، "المذيب العالمي" ؛ على ما في هذا التعبير من المبالغة؛ إذ إن هناك العديد من المواد، لا تذوب فيه. وعندما تذوب مادة في الماء، فإن جزيئاتها وأيوناتها، تنجذب إلى جزيئاته، بالطريقة نفسها، التي تنجذب بها جزيئاته بعضها نحو بعض.

ذوبان مادة في مادة أخرى، ينتج محلولاً وكل إذابة لمادة صلبة في مادة سائلة، يكون السائل هو المذيب، والصلب هو المذاب؛ فالسكر أو الملح، كما في المثال السابق، هو المذاب، والماء هو المذيب. ولكن الإذابة، لا تقتصر على إذابة مادة صلبة فقط، في أخرى سائلة. فقد تذوب مادة غازية، مثلاً، في مادة سائلة،

كذوبان الغازات في ماء البحر، مثل، النيتروجين، والأكسجين، وثاني أكسيد الكربون؛ وكذلك الغازات المذابة في المشروبات الغازية. وقد تذاب مادة سائلة في مادة غازية، مثل بخار الماء في الهواء. وقد تذاب مادة صلبة في مادة صلبة، كما يحدث في حالة خلط بعض المعادن الفلزية ببعض المواد، لإكسابها صفات إضافية مثل: البرونز، والفولاذ غير القابل للخدش..

2-4. مصادر المياه علي الارض

تتعد مصادر الماء علي كوكب الارض فهناك المصادر السطجية للماء التي تجري علي سطح الارض وهناك المصادر الجوفية في باطن الارض وهناك مياه الامطار التي تسقط من خلال دورة الماء الهيدرولوجية.

2-4-1. أولاً مياه الأنهار

الأنهار هي المجاري المائية المحددة، التي تتدفق فيها المياه العذبة بيابس العالم طوال السنة، أو لعدة شهور منها. إذاً فبعض الأنهار دائم الجريان طول السنة، وبعضها جريانه متقطع. وقد تجف المياه بالكامل من مجاريها، وهذا ما أُطلق عليه العرب لفظ بحار بلا ماء، أو الأودية الجافة، وهي ظاهرة طبيعية شائعة الحدوث في الصحاري العربية، وغيرها من الصحاري الحارة الجافة. وقد تتجمد المياه في النهر لانخفاض درجة الحرارة، مثل نهر السانت لورنس في أمريكا الشمالية، الذي تتجمد مياهه خلال الفترة من نوفمبر حتى شهر أبريل. وتكمن الأهمية الأولى للأنهار فيما تحمله من مياه عذبة، تعتمد عليها كل الكائنات الحية (الأنسان، والنبات، والحيوان)، وكل الكائنات الحية مخلوقة من المياه، مصداقاً لقوله سبحانه وتعالى: وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ. كما تكوِّن المياه الأكسجين، الذي تتنفسه الكائنات الحية مدى الحياة، والماء يلي الأكسجين في الأهمية مباشرة، فانعدام كل من الأكسجين والمياه يعني انتهاء الحياة بكل صورها المختلفة، ونظراً لجفاف مساحات كبيرة في العالم، فقد اعتمد الأنسان على مياه الأنهار للري والزراعة. وقد

أقيمت الخزانات، والقناطر، والسدود، على الأنهار لحجز مياهها العذبة، بدلاً من ضياعها في البحار والمحيطات، كما تم شق الترع لسحب هذه المياه للري. وقامت الأنهار بدور بارز في نشأة الحضارة. فالحضارات الأربع الرئيسية القديمة نشأت على ضفافها وهي: الحضارة الفرعونية، وقامت في وادي النيل بمصر، والحضارة السومرية على نهري دجلة والفرات بالعراق، وحضارة حرابة على طول نهر السند في شبه القارة الهندية، والحضارة الصينية على أنهار الهوانجهو، واليانجتسي. كما أدّت الأنهار دوراً كبيراً في تعمير المناطق الداخلية في القارات، حيث اقتفى المعمرون مجاريها لتعمير داخل أمريكا الشمالية، وأقاموا محلاتهم العمرانية على مقربة من ضفافها. وتشكل الأمطار الساقطة عند المنابع، أو الثلوج الذائبة، أو كلاهما، أهم مصادر الأنهار، لذا تمثل الأنهار مصدراً من مصادر المياه العذبة على سطح الأرض، وتتميز باتساع دائرة توزيعها الجغرافي عليه، وتتسم بجريانها في مسارات محددة الملامح، أو مجاري مائية محددة الجوانب، مما يُسهل من إمكانيات استغلالها في الأغراض المختلفة. وتُفقد كميات من مياه الأنهار بفعل بعض أو كل العوامل التالية:

1- التسرب Infiltration

ويعني تسرب كميات من المياه خلال الطبقات الأرضية، وخاصة المنفذة منها للمياه أو تلك، التي تزيد بها الشقوق والفوالق الأرضية، ومن ثم تصبح هذه المياه المفقودة مياها جوفية، وقد تظهر على سطح الأرض مرة ثانية على شكل ينابيع.

2- التبخر Evaporation

ويُقصد به تحويل المياه من صورتها السائلة إلى الصورة الغازية، ويتفاوت معدل هذا العامل، تبعاً لعدد من العوامل المناخية (درجة الحرارة، والضغط

الجوي، والرياح، والرطوبة، وكمية الأمطار). ويزداد تأثيره في المناطق المرتفعة الحرارة، الشديدة الجفاف.

3- الامتصاص Absorption

تمتص النباتات الطبيعية كميات من المياه عن طريق جذورها، وتُخرج بعضاً منها إلى الهواء مرة أخرى عن طريق عملية النتح.

4- تركيب الأنهار

تعد الأنهار أحد العوامل، التي قامت بدور رئيسي في تشكيل الأرض، بما تقوم به من عمليات نحت وإرساب. وتعرف المنطقة، التي تتصرف إليها كل مياه النهر وروافده باسم "حوض التصريف"، وتنصرف إليها المياه لأن انحدار الأرض يكون صوبها. ويفصله عن أحواض التصريف المجاورة له سلاسل من المرتفعات، يُطلق عليها خط تقسيم المياه. وينقسم أي نهر إلى ثلاثة أجزاء، هي: المجرى، أو الوادي الأعلى، ويقع عند منابع النهر، والمجرى الأدنى عند المصب، وفيما بينهما المجرى، أو الوادي الأوسط.

1- مجرى النهر (الوادي)

يعتقد البعض أن حركات القشرة الأرضية هي المسؤولة عن تكوين مجاري الأنهار، بينما يري فريق آخر أن الأنهار، ممثلة في طاقتها، هي التي كونت مجاريها عن طريق النحت المائي. وحقيقة الأمر أن حركات القشرة الأرضية تعاونت مع الأنهار في شق مجاريها. والوادي النهري هي المنطقة المنخفضة، التي نتجت عن نحت النهر لمجراه، وتنحدر أرضها صوب مجرى النهر. ويقوم النهر بثلاث عمليات من النحت هي: النحت الرأسي، والجانبي، والتراجعي. والنحت الرأسي Vertical Corrosion هو الذي يؤدي إلى تعميق النهر لمجراه، وينتج هذا النحت من قوة ضغط المياه واندفاعها في المجرى، إضافة إلى الحفر الوعائية Pot Holes، التي تتكون في قاع المجرى، فضلاً عن عمليات الإذابة

Solution، التي تقوم بها المياه للمواد القابلة للذوبان بالقاع. أما النحت الجانبي Lateral Corrosion فهو المسؤول عن توسيع مجرى النهري، إذ يؤدي اندفاع المياه وارتطامها بضفافه إلى نحت قواعدها السفلى، مما يؤدي إلى انهيارها بالتدريج في مياه النهر، وهكذا يوسع النهر مجراه. وهناك قوة أخرى تساعد مع النحت الجانبي في توسيع مجرى النهر، فقد تنهار ضفافه لزحف التربة، خاصة إذا كانت الجوانب شديدة الانحدار، والأمطار غزيرة. وقد تنهار ضفاف النهر، نتيجة للانهيارات الثلجية عليها، ويظهر هذا في المناطق، التي تتعرض لسقوط الثلوج في موسم الحرارة المنخفضة. وقد تتآكل الضفاف بفعل المياه الجوفية، التي تتسرب إلى النهر من المناطق المجاورة له، وما تحدثه من عمليات إذابة وتآكل لضفافه. وتتسع المجاري النهرية في المناطق، التي تلتقي فيها مع روافدها. أما النحت التراجعي، أو الصاعد، فيعمل على زيادة طول المجرى النهري، وذلك نتيجة لاحتكاك الماء الجاري والمواد، التي يحملها النهر بقاعه. لذا تتناسب عملية النحت التراجعي طردياً مع كمية المياه، التي يحملها المجرى، ومع سرعة جريان الماء فيه. لكن من الخطأ تصور أن نهراً عظيماً شق كل مجراه بالنحت التراجعي من المصب إلى المنبع، لأن النحت التراجعي لا ينشط إلاّ في منطقة المنابع فقط. ولكل نهر مستوى قاعدة Base - Level، وهو أدنى مستوى يمكن أن يصل إليه النحت النهري، وهو مستوى البحر Sea - Level الذي ينتهي إليه النهر. فعلى سبيل المثال، مستوى القاعدة لنهر النيل في مصر هو مستوى سطح الماء في البحر المتوسط. إذ لا يعقل أن يعمق النهر مجراه دون مستوى سطح البحر الذي يصب فيه وإلاّ لن تتدفق مياه النهر إلى البحر. ويظل مستوى القاعدة للنهر ثابتاً ما لم يطرأ أي تغير على العلاقة بين اليابس والماء. وللنهر مستوى قاعدة هو مستوى القاعدة العام، كما أن لكل رافد يلتقي بالنهر مستوى قاعدة خاصاً به هو مستوى قاعدة محلي Local - Base Level. وإذا طرأ تغير على العلاقة بين اليابس والماء في مجرى النهر، لإنشاء سد على مجراه مثلاً لحجز المياه، أو عند

مصبه، كأن يكون مستوى النهر هابطاً، فإن النهر ينشط في النحت الرأسي، ليصل إلى مستوى القاعدة الجديد.

أ- تصنيف الأودية النهرية

تصنف الأودية النهرية إلى مجموعات، تبعاً لمتغيرات مختلفة منها، المرحلة التطورية، التي تمر بها، وعامل النشأة، ومستوى القاعدة. فعلى أساس مرحلة التطور، تُقسم الأودية النهرية إلى ثلاثة أنواع هي: أودية في طور الشباب، وأودية في مرحلة النضج، وأودية في طور الكهولة أو الشيخوخة. ولكل نمط منها خصائص تميزه عما سواه. فالأودية، التي في مرحلة الشباب، تتميز بشدة انحدار جوانبها، وعمقها، وضيق مجاريها، بحيث تبدو على شكل الرقم سبعة (7). أما الأودية في طور النضج فتتوقف فيها عملية تعميق المجرى النهري، ويزداد اتساعه. أما الأودية في طور الشيخوخة، فتتميز بعظم اتساع سهولها الفيضية، وكثرة انثناء مجرى النهر وتعرجه والتوائه.

ب- انثناء وتفرع مجرى النهر

المجرى النهري هو القناة، التي تجري فيها مياه النهر، وتقع بين ضفتيه، وعلى جانبي الضفتين يوجد الوادي النهري. وقد يُغير النهر مجراه لسبب أو لآخر فينتقل من مجرى إلى آخر داخل واديه. ونادراً ما تسير الأنهار في خطوط مستقيمة بل تتعرض مجاريها للانثناء والالتواء لسبب أو لآخر. ويتكرر وجود هذه الثنايات على طول المجرى النهري خاصة في الوادي الأدنى. وتندفع مياه النهر صوب الجانب المقعر للثنية لتنحت فيه، ومن ثم تحدث تيارات عكسية على قاع النهر، تحمل المفتتات، التي تم نحتها، وترسبها على الجانب المُحدب للثنية. وتتآكل الجوانب المقعرة للثنيات بسرعة، لذا يزداد انحدار الجانب المقعر بحيث يبدو على شكل جرف. ويستمر ازدياد انحناء مجرى النهر في أجزائه الملتوية، وتقترب عندئذ أطراف الانثناءات من بعضها، تاركة معابر ضيقة من الأرض،

تعرف باسم رقاب الثنيات، وهي التي تفصل مجرى النهر عند كلا جانبي كل ثنية، وسرعان ما تخترق مياه النهر هذه الرقاب في فصل الفيضان، وبذلك يشق النهر طريقاً جديداً قصيراً له، يُعرف بقطع الثنية، بدلاً من المجرى الملتوي، الذي كان يسير فيه من قبل. ثم تكون مياه النهر بعد ذلك سداً من الرواسب يفصل المجرى الجديد عن المجرى المهجور القديم، الذي يُطلق عليه اسم علامة الثنية، وقد تشغل المياه لفترة من الزمن الثنيات، التي اُقتطعت، مكونة بذلك بحيرات هلالية الشكل، هي التي تُعرف باسم البحيرات المقتطعة. وقد يتشعب المجرى النهري، وينقسم إلى عدة مجاري لسبب أو لآخر، منها وجود الجزر النهرية. وفي الأنهار ذات المصبات الدلتاوية يتفرع النهر إلى عدة فروع، وكثيراً ما تطمر بعض هذه الفروع بالرواسب، وتختفي، ولا يبقى منها إلاّ فروع قليلة، مثال ذلك: لنهر النيل في الوقت الحاضر بدلتاه في مصر فرعان هما فرع رشيد، وفرع دمياط، وكان له قبل ذلك في الدلتا تسعة أفرع. ج- الشلالات والجنادل في مجرى النهر تنشأ الشلالات في مجاري الأنهار لأسباب مختلفة، منها أنه قد يسير فوق أرض مرتفعة، ثم تنخفض الأرض، بعد ذلك فتسقط مياه النهر من على المرتفعات إلى الأرض المنخفضة، مكونة شلالاً (فارق منسوب)، مثل: الشلالات الموجودة في نهري الكونغو والزمبيزي، كما يوضح (تباين صلابة الصخور). أما الجندل فهو عبارة عن عقبة صخرية، شديدة الصلابة في مجرى النهر، عجز النهر عن نحتها وإزالتها، مثال ذلك: الجنادل التي كانت موجودة في نهر النيل، قبل إغراق بحيرة السد العالي لها، ومازال باقيا منها الجندل الأول شمال خزان أسوان، (تباين صلابة الصخور). وتعرقل الشلالات والجنادل الملاحة النهرية، ولكن يمكن توليد الكهرباء المائية الرخيصة من هذه المساقط المائية.

2- الإرسابات النهرية

يحمل النهر حمولة كبيرة، خاصة أثناء موسم فيضانه. وتصنف حمولة النهر إلى أربعة أنواع: الذائبة، والعالقة المجرورة، والمدفوعة على قاعه، والطافية.

وتتخذ عملية النقل أشكالاً مختلفة، يمكن حصرها فيما يلي:

أ- الإذابة والتآكل الكيميائي Solution and Corrosion

ويُقصد بذلك نقل المواد، التي تحللت أو أُذيبت تماماً من الصخور مع المياه إلى الأجزاء الدنيا من النهر. وتختلف عملية التحلل الكيميائي للصخر، ومدى أثرها، تبعاً لعدة عوامل مختلفة، من أهمها التركيب الصخري، واختلاف صلابته، ودرجة حرارة مياه النهر، وشكل الدوامات، والتيارات المائية النهرية.

ب- التفتيت الميكانيكي بواسطة فعل المياه Hydraulic Action

تساعد قوة اندفاع المياه وجريانها على تفتيت الصخور وتقسيمه، فنتيجة لسرعة جريان المياه الساقطة من أعالي الشلالات أو الجنادل واندفاعها، تعمل على نقل المواد الصخرية المفتتة، مسافات بعيدة نحو الأجزاء الدنيا من النهر.

ج- نحت جانب النهر وقاعه بواسطة فتات الرواسب المنقولة Corrosion

تعمل الرواسب، التي يحملها من حصى، وفتات صخرية، ورمال، على نحت جانبي النهر وقاعه، وتتم هذه العملية تبعاً لاحتكاك هذه المواد بصخور جانبي النهر وقاعه، مما يؤدي إلى إضعافها وتفتيتها. وتعد نشأة الحفر الوعائية وتكوينها، من أهم الظواهر، التي تنجم عن أثر فعل احتكاك الرواسب المحمولة بصخور أرضية قاع النهر.

د- عامل التآكل بالاحتكاك Attrition

تتعرض رواسب النهر المختلفة، أثناء عملية نقلها صوب الأجزاء الدنيا من النهر،إلى التفتت، نتيجة لتدحرجها وجرها على امتداد القاع.

هـ- عامل التعلق Suspension

تنقل مع مياه النهر كميات هائلة من الرواسب الصغيرة الحجم، لذا تتعلق بالمياه بسبب خفّة وزنها في قاع النهر، ومثل هذه المواد الخفيفة الوزن، الدقيقة الحجم، تنقل مع تيار النهر لمسافات طويلة صوب الجزء الأدنى من النهر.

وعندما يتسع مجرى النهر، ويقل عمقه وانحداره، وتتباطأ سرعته مع ظهور بعض العقبات الصخرية في مجراه، وتتناقص كمية المياه به فيفقد النهر جزءاً كبيراً من طاقته، فيبدأ في إرساب حمولته العالقة والقافزة، مكوناً أشكالاً أرضية مختلفة منها الجزر، والسهل الفيضي، والدلتاوات، والمراوح الفيضية.

أ- الجسور الطبيعية

يرسب النهر حمولته الخشنة على ضفتيه بجواره مباشرة، فتتكون الجسور الطبيعية على جانبي مجراه، بحيث تنحدر أرض السهل الفيضي منها انحداراً تدريجياً بالابتعاد عن مجرى النهر، وتظهر أكثر أجزاء السهل انخفاضاً عند النهاية الهامشية له بعيداً عن قناته، ويرجع السبب في تكوين الجسور الطبيعية للنهر حول مجراه إلى الرواسب النهرية، على الرغم من أنها تكون أعظم سمكاً لخشونتها على جانبي المجرى، فتبدو في شكل ضفاف أو جسور مرتفعة عريضة.

ولهذه الجسور الطبيعية أهمية كبيرة، لأنها تمثل حواجز طبيعية تقي السهل الفيضي، وما فيه من مظاهر عمرانية وحضارية، من غوائل الفيضانات العاتية.

ويلاحظ أن قيعان الأنهار ترتفع بالتدريج لتراكم الرواسب فوقها، لذا تتعرض السهول الفيضية لظاهرة الغرق أثناء الفيضانات النهرية، فيلجأ الأنسان إلى بناء الجسور حول مجرى النهر لحماية السهل الفيضي وما فيه من مظاهر النشاط البشري، وينطبق هذا على كل المجاري الدنيا للأنهار.

ب- الجزر النهرية

تتكون الجزر النهرية الرسوبية في أول الأمر على هيئة أكوام من الحصى والرمال الخشنة فوق قاع مجرى النهر، تكبر ويزداد نموها مع مرور الوقت، نتيجة تراكم الرواسب من طمي ورمال فوقها عاماً بعد آخر، حتى ترتفع فوق سطح الماء، مكونة جزراً إرسابية في مجرى النهر. وقد تبقى الجزيرة مطمورة تحت المياه ولا تظهر على السطح إلاّ إذا انخفض منسوب الماء في مجرى النهر، وإذا كانت الجزيرة فيوسط مجرى النهر فإنها تؤدي إلى تشعبه إلى عدة مجاري، ومما يساعد على تكوين الجزر اتساع مجرى النهر وضحولته، الأمر الذي يؤدي إلى توفر الظروف لتراكم الرواسب وسط المجرى في شكل حواجز، لا تلبث أن تظهر سريعاً فوق سطح الماء مكونةً جزراً جديدة. وتتعرض الجزر النهرية عادة للنحت من الجانب المواجه لتدفق تيار النهر، بينما يحدث الإرساب في طرف الجزيرة الواقع في منصرف تيار النهر، وقد يزداد اتساع الجزيرة تدريجياً صوب إحدى ضفاف النهر، نتيجة تزايد الإرساب في هذا الجانب منها، ومع مرور الوقت، قد تلتصق بضفة النهر، وتأخذ الجزر النهرية أشكالاً مختلفة، منها الشريطي، أو المستدير، أو المقوس. كما أنها تتفاوت في مساحتها فمنها الصغير، والمتوسط، والكبير.

ج- السهل الفيضي

من الظاهرات الأساسية، التي تنشأ عن الإرساب النهري. فالنهر يحمل في بعض السنوات كميات كبيرة من الماء لا يتحملها مجراه، فيفيض على الجانبين، وتنتشر مياه الفيضان، حاملة ما بها من رواسب على قاع الوادي، مكونة طبقة رقيقة من المياه، وبالتالي، تقل سرعتها إلى حد بعيد، فتفقد قدرتها على الحمل، وتبدأ في إرساب حمولتها. وعاماً بعد آخر، يتكون السهل الفيضي بهذه الطريقة. إضافة إلى أن النهر عندما يفيض على الجانبين، يتخطى ضفافه وجسورة، وينحت

منها، فيزداد الإرساب على السهل الفيضي. وتتنوع الرواسب على حسب أحجامها في السهل الفيضي، فالرواسب الخشنة هي التي ترسب أولاً بجوار ضفاف النهر لعجزه عن حملها، أما التكوينات الدقيقة الحبيبات الناعمة، فتظل عالقة بالمياه لمسافة أبعد عن مجرى النهر حتى ترسب في المناطق القاصية عن قناته.

د- الدلتاوات

عندما يصل النهر إلى المسطحات المائية، التي يصب فيها، تنساح مياهه على مساحة كبيرة، وتضعف مقدرته على الحمل، فيأخذ في إرساب حمولته في هذه المسطحات المائية الشاطئية الضحلة، ويتراكم الإرساب مع مرور السنين، فتظهر دلتا للأنهار من تحت سطح الماء، وهي ذات تربة خصبة، وقد تكون الدلتا كبيرة المساحة، إذا كان نهران كبيران يصبان في البحر خلالها. ويشترط لتكوين الدلتا أن تكون مياه المصب ضحلة، والتيارات البحرية فيها والأمواج ضعيفة، ولا يتعرض خط الساحل لحركات مد وجزر عنيفة، حتى لا تتشتت الرواسب، وبالتالي لا تتكون الدلتا.

وتتميز الدلتاوات بوجود بحيرات ساحلية عند أطرافها من جهة البحر، لأنها لم تمتلئ بعد بالرواسب. ويتفرع النهر في الدلتا إلى عدة فروع، قد ينطمر بعضها بالرواسب، ويبقى بعضها الآخر. ولا تتكون لبعض الأنهار دلتاوات عند مصباتها لأسباب من أهمها: قلة الرواسب في مياهها، وكون مياه المصب البحري عميقة، وتعرضها لأمواج عنيفة، وتعرضها لحركات مد وجزر كبيرة، ووجود تيارات بحرية قوية. كل هذه الظروف تعمل على تشتيت الرواسب، وبالتالي لا تتكون الدلتا في نهر الكونغو، أو لغرق مصباتها لسبب أو لآخر، مثل نهر التايمز في إنجلترا، ونهر هدسن في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية.

هـ- المراوح الفيضية

المروحة الفيضية تشبه الدلتا في شكلها المثلثي، وتتكون المراوح الفيضية عند أقدام الجبال، نتيجة سقوط المياه من المرتفعات إلى المناطق الأقل منسوباً،

ويقل الانحدار في الأرض المنخفضة، وتنساح المياه على مساحات واسعة، فتقـل سرعتها، وبالتالي تبدأ في إرساب حمولتها على شكل مروحة غرينية مثلثة الشكل، رأسها عند قدم الجبل، وقاعدتها بعيدة عنه، وتتنوع الرواسب فيها حسب البعد مـن تغير نقطة الانحدار، فعند قدم الجبل ترسب المواد الخشنة أولاً، أما المواد الدقيقـة الناعمة، فترسب بعيداً. وعندما تكون هناك سلسلة جبلية ممتدة، وتسـقط الأمطـار عليها، تتكون عند أقدامها عدة مراوح فيضية، وعندما تنمو هذه المراوح الفيضية، وتتصل ببعضها، تكوّن سهلاً فيضياً يُعرف باسم البهادة أو البيجـادا مثـل سـهل الباطنة في عمّان.

الفيضان Flood

تمثل الأمطار الساقطة أو الثلوج الذائبة أو كلاهما أهم مصادر الميـاه علـى سطح الأرض. وتفقد كميات من هذه المياه بفعـل التسـرب Infiltration خـلال طبقـات الأرض المنفـذة للميـاه، أو التبخـر Evaporation، أو الامتصـاص Absorption عن طريق الحياة النباتية، أو بفعلها جميعاً. أما الكمية المتبقية مـن المياه فإنه تغذي المجاري النهرية، وعندما لا يحدث هذه الفقد، بواسـطة العوامـل الطبيعية المختلفة، وتراكم الكتل المائية في المجاري النهرية، بصورة لا تتحملهـا القنوات أو المجاري المائية، فإنها تفيض على الجـانبين، مهـددة كـل المظـاهر العمرانية والحضارية بالدمار. وتحدث الفيضانات دون تحذير أو إنذار، وبصـورة متكررة، في العديد من الأنهار، عندما تزداد كمية التساقط على منابعها العليا.

ولا تتوقف الفيضانات على الأنهار فقط، فقد أطلق بعـض البـاحثين علـى الأمواج العاتية، بسبب الرياح الشديدة أو بسبب الزلازل، الفيضانات الساحلية.

1- تأثيرات الفيضانات

لا تتوقف تأثيرات الفيضانات على تدمير المظاهر العمرانية والحضارية، بل تمتد إلى أكثر من ذلك، فتهدد الحياة البشرية والنباتية، كما أنها تؤدي إلـى تعريـة

التربة الزراعية من إرسابات الأنهار الخصبة، وإضعاف الطاقة الكهرومائية المولدة. وتجدر الإشارة إلى أن هناك علاقة طردية بين سرعة التيارات المائية وكميتها من جهة، وأضرار الفيضانات من جهة أخرى، بمعنى أنه كلما زادت سرعة التيارات المائية وكميتها، زادت معها الأضرار، التي تسببها الفيضانات.

2- السيطرة على الفيضانات:

حاول الأنسان منذ القدم السيطرة على الفيضانات بعدة طرق أساسية، مثل استزراع الغابات Reforestation، وعمل القناطر والسدود لضبط مياه الأنهار، والمفيضات Floodways، وهي قنوات صناعية، تحفر بجوار الأنهار لاستقبال المياه الزائدة عنها. فقد أقام الصينيون القدماء العديد من السدود لمنع فيضانات نهر الهوانجهو، ويعد فيضان سنة 1887 من أسوأ الفيضانات، التي حدثت في الصين، إذ اخترق الهوانجهو كل السدود، التي تعترض مجراه، ودمر المناطق السكنية، وقتل أكثر من مليون نسمة. ونظراً لكثرة فيضاناته أُطلق عليه نهر الكوارث. وهناك العديد من المشاريع الهندسية المُقامة على العديد من الأنهار، لضبط مياهها والتحكم فيها، وتتصدر الولايات المتحدة دول العالم في هذه المشاريع، حيث يتوافر فيها أعداد كبيرة من السدود المُشيدة على عدد من أنهارها، ويأتي في مقدمتها سدود وادي تنسي Tennessee، التي تبلغ واحد وثلاثين سداً.

- تجدر الإشارة إلى أنه بعد إنشاء السد العالي وامتلاء بحيرة ناصر بالمياه، لم يعد للوادي الضيق وجود في هذا الجزء من مجرى النهر.يُرجح أن الإغريق هم أول من أطلق على النهر هذا الاسم، وتعني كلمة جوليبا بلغة الماندينجو "النهر العظيم".

تركيب ومكونات مياه الانهار:

معظم مياه الانهار مياه عذبة اذا يعتمد اغلبية دول العالم علي مياه الانهار كمصدر رئيسي من مصادر المياه العذبة المتاحة للاستخدام الادمي في شتى اغراض الحياه.

ويبين الجدول التالي مقارنة بين الايونات والعناصر الموجودة في مياه البحر والايونات والعناصر الموجودة في مياه احد الانهار.

جدول رقم 2-3

العنصر Element	مياه النهر ملي مول / كجم mmol/Kg	مياه البحر ملي مول / كجم mmol/Kg
صوديوم Na^{+}	0.26	468
بوتاسيوم K^{+}	0.07	10.2
كالسيوم Ca^{++}	0.38	10.3
ماغنيسيوم Mg^{++}	0.17	53.1
استرانشيوم Sr^{++}	–	0.09
كلوريد Cl^{-}	0.22	546
كبريتات $SO4^{--}$	0.11	28.2
بيكربونات $HCO3^{-}$	0.96	2.39
البورم Br^{-}	–	0.84
ملاحظة	معظم عناصر النهر الكالسيوم والبيكربونات	معظم عناصر البحر الصوديوم والكلوريد
نسبة الصوديوم للبوتاسيوم Na/K	6.0	45.6
نسبة الماغنيسيوم للكالسيوم Mg/Ca	0.42	5.22
نسبة الصوديوم للكالسيوم Na/Ca	0.8	45.9
نسبة (الكالسيوم + الماغنسيوم)/ للبيكربونات $Ca+Mg / HCO3^{-}$	0.59	26.64

2-4-2. ثانيا مياه الأمطار

(وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالاً سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّالثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ) [سورة الأعراف: الآية 57].

عَرِف الأنسان منذ القدم الأمطار مصدراً رئيسياً، من مصادر المياه العذبة. وظل دائم الترقب لهطولها، لارتباطها بنمو الحياة، وازدهارها. ويُعد ماء الأمطار او الثلوج المتساقطة من أنقى أنواع المياه، وأقلها احتواء على الشوائب في الطبيعة فمصدرها بخار الماء النقي.

ولكن القدرة الفائقة للماء علي الاذابة تمكن مياه المطر من اذابة ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو حتي قبل ان تصل هذه المياه الي سطح الأرض، كما انها قد تذيب بعض الغازات الاخري الموجودة في الجو.

وما ان تصل المياه الي سطح الأرض وتلامس مواد قابلة للذوبان حتي تبدا في اذابتها. وكلما طال مسار المياه علي سطح الأرض او خلالها كلما زاد هذا المحتوي. ففي حين نجد ان مياه البحيرات الجبلية قد لا يزيد محتواها من الاملاح الكلية الذائبة عن 100 جزء من المليون، فان هذا المحتوي يزيد بعد ان تاخذ هذه المياه مسارها نحو المصب وذلك لسببين:

اولهما اذابة بعض المواد الموجودة علي السطوح التي تجري عليها.

ثانيهما ما تتعرض لع من تبخر يزيد من تركيز محتواها من المواد الصلبة الذائبة.

ومع ازدياد التمدّن وما صاحبه من تلوث الهواء، خصوصاً في المدن الصناعية، أصبحت الأمطار مصدراً للمياه الملوثة. ومن ضمن صور تلوث الأمطار ما يعرف بـ "الأمطار الحمضية".

وتعد الأمطار الحمضية من المشاكل المؤرقة لكثير من بلدان أوروبا وشمال أمريكا، إذ تحتوي على نسبة عالية من حمضي الكبريتيك، والنيتريك، الناتجين عن تفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين، مع قطرات المطر.

ويبدأ تكوّن الأمطار من بخار الماء، الناتج من عمليات البخر، في المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات، حيث تتأثر أسطح المياه بأشعة الشمس، وتكتسب منها طاقة تقدر بحوالي 99% من قيمة الطاقة التي تكتسبها المياه. وتعمل هذه الطاقة على تدفئة المياه، ومن ثم تحول بعضها إلى بخار يتصاعد، ويتجمع في سحب، تُكوِّن حوالي 85% من السحب والرطوبة الجوية. والجزء المتبقي من السحب والرطوبة الجوية، فمعظمه من نواتج عملية النتح، التي تحدث في النباتات والغابات والحقول.

فشجرة القضبان مثلاً، تُعطي حوالي 260 لتراً من المياه يومياً، على هيئة بخار ماء، ويُعطي حقل الذرة حوالي 37 متراً مكعباً من الماء لكل هكتار في اليوم. ويرتفع بخار الماء إلى طبقات الجو العليا مكوناً السّحب. ومع ارتفاع بخار الماء الموجود في السحب، تبرد درجة حرارته، إذ تنخفض درجة حرارة الهواء المُحمّل بالبخار بمعدل 6 ْم/كم ارتفاع، فضلاً عن تمدد البخار، وزيادة حجمه، نتيجة وجوده عند ضغط منخفض، الأمر الذي يسبب انخفاضاً إضافياً في درجة حرارته، وفقاً لقوانين تمدد الغازات، حتى تصل درجة الحرارة إلى درجة أقل من درجة الندى أو درجة التشبّع.

عندئذ يبدأ بخار الماء في التكثف. ويتكاثف بخار الماء، الموجود في هذه السحب، حول حبيبات دقيقة من الأتربة والأملاح التي تثيرها الرياح، مكوناً قطرات صغيرة من الماء، تسقط على هيئة أمطار.

(وَأَرْسَلْنَا الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ) [سورة الحجر: الآية 22].

وقد تتكون هذه الأمطار في مناطق باردة، فتتحول قطرات المطر أثناء هطولها، إلى قطرات من الثلج أو البرد. وتُقدر كمية المياه المتبخرة، من المسطحات المائية في المحيطات والبحار، بحوالي ألف مليون طن. فضلاً عن عدة ملايين أخرى، من الأطنان المتبخرة من مسطحات المياه العذبة. ولو هطلت كل هذه الكمية على هيئة أمطار، فوق الأرض، مرة واحدة، لأغرقتها. ولكن ينزل المطر بقدر، وفي أوقات معلومة، ومناطق متعددة، كما يسقط معظمه في المحيطات والبحار. إن نزول الغيث من السماء، نعمةٌ في كثير من الأحيان، إلاّ أنه في بعض الأحيان يكون نقمة، إذا ازداد سقوطه، وتحوّل إلى سيول تهلك الأراضي الزراعية، وتدمر القرى والمدن.

والنظر إلى مناطق سقوط الأمطار في العالم، يوضح أن بعض المناطق الجغرافية في العالم تتميز بغزارة وكثافة الأمطار التي تسقط عليها، مثل المناطق الاستوائية، حيث تتسبب حرارة الشمس المتعامدة عليها، في ارتفاع درجة الحرارة، وازدياد كمية البخر، الذي يرتفع في الهواء، ويتكاثف، ثم يسقط على هيئة أمطار غزيرة. وتتسبب الأمطار الغزيرة، المتساقطة في المناطق الاستوائية، في نمو الغابات الاستوائية، والأدغال، التي يصعب اختراقها، مثلما هو في وسط أفريقيا، والبرازيل، والساحل الشرقي لأمريكا الوسطى، والساحل الغربي للهند، وإندونيسيا.

ولا تسبب عملية البخر من المحيطات والبحار، تناقص لمياهها، إذ تسقط معظم هذه الأمطار مرة أخرى في البحار والمحيطات. كما تصبح الأمطار، كذلك، مورداً مهماً من موارد المياه العذبة. فتروى الأشجار، والنباتات، والغابات، ثم يتسرب ما يتبقى منها، من خلال مسام الأرض، إلى المياه الجوفية، ليمدها بمصدر متجدد من المياه العذبة. ويصب الجزء الأخير في البحيرات، والأنهار، التي تصب بدورها في البحار والمحيطات،لتعويض ما فُقد من بخر، فيما يسمى بـ "الدورة المائية" (Hydrologic Cycle).

ويعتمد سقوط الأمطار على عدة عوامل، أهمها:

1. الرطوبة الجوية: وهي كمية بخار الماء في الهواء الجوي، ويُعبّر عنها بالعديد من المصطلحات العلمية، مثل:

الرطوبة المطلقة: وهي كتلة بخار الماء في حجم من الهواء.

الرطوبة النوعية: وهي كتلة بخار الماء في كتلة من الهواء.

الرطوبة النسبية: وهي النسبة المئوية، بين كمية بخار الماء في الهواء في حيز معين، وكمية بخار الماء اللازمة لتشبع الهواء ببخار الماء، عند درجتي الحرارة، والضغط نفسيهما.

2. درجة الحرارة: تزداد كمية بخار الماء التي يحملها الهواء الجوي،بازدياد درجة الحرارة، حتى يبلغ الهواء درجة التشبع، التي لا يستطيع بعدها، حمل أي زيادة من بخار الماء.وتُقسّم الأمطار، حسب طريقة سقوطها، إلى نوعين:

◊ أمطار طبيعية

◊ أمطار اصطناعية.

الأمطار الطبيعية Natural Rain

وتحدث عند ارتفاع الهواء المحمل بالبخار إلى طبقات الجو العليا، حيث تتكون السّحب ويزداد حجم هذه السحب بازدياد الارتفاع، ثم تبدأ نويات الثلج الصغيرة في التكون، حول ذرات الغبار والأتربة الدقيقة أقل من 0.1 ميكرون.

وتبدأ جُزيئات بخار الماء في التكثف، حول تلك النويات الصغيرة. ويزداد حجمها ووزنها حتى تصل إلى حوالي (0.2 ــ 0.5 ملم).

ويعجز الهواء عن حمل هذا الحجم من القطرات، ومن ثم تبدأ في السقوط بفعل الجاذبية على شكل قطرات من الماء. وفي كثير من الأحيان، تتبخر هذه القطرات، قبل وصولها إلى سطح الأرض. فقد وجد العلماء أن قطرة الماء، التي يبلغ قطرها 0.1 ملم، يمكنها قطع حوالي ثلاثة أمتار، أثناء هبوطها في هواء تبلغ رطوبته النسبية 90%، قبل تبخرها، بينما يمكن لقطرة الماء، التي يبلغ قطرها 0.5 ملم، أن تقطع 1980 متراً، قبل أن تتبخر.

وتُقسّم الأمطار، تبعاً لكميتها وحجم قطراتها المتساقطة، إلى:

رذاذ: الأمطار التي تكون قطر قطراتها أقل من 5 ملم، ويصل معدل الكمية المتساقطة إلى 1 ملم/ ساعة.

- وفيها يزيد قطر القطرات المتساقطة عن 5 ملم، ويصل معدل كميتها المتساقطة إلى حوالي 2.5 ملم/ ساعة

أمطار شديدة: وفيها يزيد قطر القطرات المتساقطة عن 5 ملم، ويزيد معدل الكمية المتساقطة عن 7.6 ملم/ ساعة.

الأمطار الاصطناعية Rain Making

في كثير من الأحيان، تمر السّحب على كثير من الأراضي الجدباء، دون أن تمطر، على الرغم من الحاجة الماسة لهذه الأراضي، لقطرة واحدة من الماء. وقد دعت هذه الحاجة الأنسان إلى التفكير جدياً في استمطار السّحب، عن طريق المطر الاصطناعي.

وتعود فكرة استمطار السحب، إلى العالم الألماني فنديسن (Findeisen)، عام 1938، حينما رأي إمكانية مساهمة نويات الثلج المضافة للسحب، في إسقاط المطر. غير أن هذه الطريقة، لم تطبق من الناحية العملية، إلاّ في عام 1946، حينما أجرى العالم الأمريكي شيفر (Scheefer)، أول تجربة حقلية للمطر

الاصطناعي، عن طريق رش حوالي 1.5 كيلو جرام من الثلج المجـروش، عند درجة حرارة 20 ْم، في سحب مارة، فبدأ المطر والثلج في التساقط لمسافة 610متر، قبل التبخر والتبدد في الهواء.

وبعد ذلك، بدأ الاهتمام بطرق استمطار السحب بالطرق الاصطناعية، فأصبحت هناك أكثر من طريقة لاستمطار المطر، منها:

رش السحب الركامية المارة برذاذ الماء، بواسطة الطائرات، للمساعدة على تشبع الهواء، وسرعة تكثف بخار الماء، لإسقاط المطر. إلاّ أن هذه الطريقة تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء.

استخدام الطائرات في رش السحب المارة ببلورات من الثلج الجاف، المكون من ثاني أكسيد الكربون المتجمد، للمساعدة على تكثف قطرات البخار رش مسحوق أيوديد الفضة، بواسطة الطائرات، للعمل كنويات صلبة، لتجميع جزيئات بخار الماء، وتكثيفها حوله، وسقوطها على هيئة أمطار.

وعلى الرغم من تزايد الاهتمام بعملية المطر الاصطناعي، إلاّ أنها لا تزال طور البحث، ولم تخرج إلى حيز التنفيذ العملي، إذ تُعد غير اقتصادية، ومكلفة.

2-4-3. ثالثا ماء البحار المحيطات

يشغل الماء حجماً أكبر من حجم أي مركب كيماوي آخر، على سطح الأرض. لذا، تسمى الأرض كوكب الماء، أو الكوكب الأزرق؛ وذلك لسيادة المسطحات المائية فيها.

فالماء يغطي ما نسبته 70.8% من سطح الأرض، في حين يشغل اليابس منه 29.2% فقط. وتقدر كمية المياه، في الغلاف المائي للأرض، بنحو بليون ونصف بليون كيلومتر مكعب، أو ما يساوي 15 ألف مليون بليون لتر. وتشكل مياه البحار 97% من إجمالي المياه على الأرض. ويشكل الماء 85% من كتلة المخلوقات

البحرية، وهو الوسط، الذي تجري فيه التفاعلات الكيماوية الحيوية لبقاء الأحياء البحرية. وخواص ماء المحيطات، هي خواص المياه العذبة نفسها، زائداً ما طرأ عليها من تعديل، نتيجة للعاملين التاليين:

(1) تفاعل المياه مع صخور القشرة الأرضية، المكونة للأحواض المحيطية؛ والمكونة للقارات، من خلال الدورة الهيدرولوجية.

(2) تفاعل المياه مع الأحياء البحرية.

لذا فإن الفهم الأفضل للعمليات الطبيعية، الجارية في مياه المحيطات؛ لا بد له من النظر في خواص الترابط بين جزيئات الماء، وانعكاس هذه الروابط على خواصه الفيزيائية والكيماوية؛ وفي طبيعة تفاعل الغلاف المائي مع الغلافين، الصخري والغازي؛ إلى جانب تأثر المياه المحيطية بصخور القشرة، والأحياء البحرية.

● الخصائص العامة للمحيطات

أبرز خصائص المحيطات ثلاث:

(1) اتصال الأحواض المحيطية بعضها ببعض.

(2) بطء حركة مياه الأعماق.

(3) تمازج المياه تمازجاً جيداً، ودورتها المستمرة.

فالأحواض المحيطية متصلة اتصالاً واسعاً. لذا، تتأثر مياهها بعضها ببعض. والعمليات التي تجري في أي طرف من المحيط تؤثر في المحيط برمته؛ إذ المناخ المداري الحار، مثلاً، يرفع معدلات التبخر في البحر الأبيض المتوسط؛ ويجعل مياهه أشد ملوحة من مياه المحيط الأطلسي، المجاور له. ولكن المياه الدافئة، المالحة، في الأول، تنساب إلى الثاني، عبرمضيق جبل طارق، مكونة لساناً من المياه الشديدة الملوحة، على عمق نحو 1.5 كم، لمسافة طويلة، حول

ملتقىالبحرين، قبل مخالطتها المياه المحيطية. وهذا ما جعل مياه شمال الأطلسي، أشد مياه المحيطات ملوحة.

مياه أعماق المحيطات، تتغير ببطء شديد؛ ما يساعدها على التمازج والتجانس. فهي تنساب نحو السطح، في زمن يراوح بين 5 و10 قرون. وإذا كان عمر المحيطات، يقدر بنحو 4 بلايين سنة، هي، إذاً، قد اختلطت ملايين المرات؛ ولذلك، فإن ملوحة مياه البحار والمحيطات متقاربة، وعناصرها الملحية لا تتغير. واستطراداً، فإن التجانس في تركيبها الكيماوي، يعود إلى عمرها الطويل.

● اما البحار فهي أجزاء من المحيط، توغلت في اليابس؛ أو هي انفصلت عنه بأقواس جزرية؛ أو تقع بين الأرخبيلات الجزرية. لذا، يمكن أن يُميز بين ثلاثة أنواع من البحار، على أساس ارتباطها بالمحيط وموقعها بالنسبة إليه.

(1) البحار الهامشية، وتقع على هوامش المحيطات، ولا يفصلها عنها سوى جزر كبيرة؛ مثل بحر اليابان.

(2) البحار الداخلية، وتمتد بين القارات أو داخلها؛ مثل البحر الأبيض المتوسط.

(3) بحار الأرخبيلات الجزرية، أو ما بين الجزر؛ مثل: بحر كورال، وبحر جاوه. ولمعظم هذه البحار خصائص مميزة، ناجمة عن:

(أ) اتصالها المحدود بالمحيط.

(ب) زيادة تأثير القارات المجاورة (الرياح الباردة الجافة).

(ج) زيادة الأمطار وكميات مياه الأنهار، التي تصب فيها. أكبر هذه البحار، هو البحر المتجمد الشمالي تصب فيه بعض الأنهار الكبيرة، التي تجعل ملوحة المياه السطحية فيه، أقلّ منها في الأجزاء المجاورة من المحيط الأطلسي. وتغطي الثلوج قرابة 70% من سطح البحر المتجمد،

طوال السنة؛ بينما تتجمد كل مياهه في فصل الشتاء. يليه، في الحجم، البحر الكاريبي، وخليج المكسيك، ثم البحر الأبيض المتوسط. وكلها تمتد في مياه دفيئة، وتتميز بمعدلات تبخر مرتفعة، تفوق ما يصل إلى هذه البحار من مياه الأنهار؛ ما أسهم في زيادة الملوحة في المياه البحرية السطحية. ويصل مضيق البوسفور البحر الأسود بالبحر الأبيض المتوسط. وهو ممر ضيق، معدل عرضه 700م، وعمقه لا يقلّ عن 40م , وهذا الاتصال المحدود، لا يسمح بتمازج مياه البحرَين تمازجاً جيداً.

اهم خواص البيئة البحرية

ومن أهم خواصّ المياه البحرية، التي يلزم الإشارة إليها:

◊ السعة الحرارية

◊ الكثافة

◊ الملوحة

◊ الشفافية (نفاذية الضوء)

◊ الغازات الذائبة.

السعة الحرارية:

إن هذه الخاصية، لا تقتصر على المياه المحيطية وحدها، بل يمتاز بها الماء عن غيره، حيثما وجد. ويقصد بها أن الماء، يستهلك كميةً كبيرة من الطاقة، لرفع درجة حرارته، مقارنة بالمواد الأخرى، ذات التركيب نفسه. ويعبَّر عنها بأن الماء، يكتسب الحرارة ببطء، ويفقدها ببطء. لذلك، كانت مياه البحر، شتاءً، أدفأ من اليابس المجاور لها، وأبرد منه، صيفاً؛ إذ إن المعادن المكونة لصخور اليابس، سعتها الحرارية، هي أقلّ كثيراً من السعة الحرارية للماء؛ ولذلك فهي أسرع من

مياه البحار والمحيطات إلى اكتساب الحرارة، صيفاً؛ وأسرع، كذلك، إلى فقْدها، شتاءً.

وقد استفادت الأحياء البحرية من هذه الخاصية، إذ إن المدى الحراري: اليومي والفصلي، في مياه البحار والمحيطات، هو منخفض، مقارنة بنظيره على اليابس.

وقد تعارف المناخيون على أن للكتلة المائية الضخمة، المختزنة في أحواض البحار والمحيطات، أهمية كبيرة في التقليل من حدّة التقلبات المناخية، على سطح الأرض.

الكثافة:

يمتاز الماء بأن له درجة كثافة قصوى؛ فمعظم المواد، تزداد كثافتها، كلّما انخفضت حرارتها. أما الماء، فتزداد كثافته بانخفاض حرارته إلى 3.8° مئوية؛ ثم تبدأ كثافته بالانخفاض، مرة أخرى، كلّما انخفضت حرارته؛ وذلك بسبب بداية تكوُّن البلورات الثلجية، عند الدرجة المذكورة.

وقد انعكس ذلك، إيجاباً، على المياه المحيطية أحيائها، من عدة وجوه؛ إذ إن هناك تطابق بين مياه البحار والمحيطات، فالأقل كثافة، ترتفع إلى السطح؛ والأكثر كثافة، تسفل في الأعماق. وبطبيعة الحال، فإن مياه الأعماق، هي أبرد من المياه السطحية. ولكن عند تجمد الماء، فإنه يرتفع إلى السطح، حيث يكوِّن طبقة جليدية عازلة، تبقى المياه تحتها، بما فيها من أحياء بحرية: نباتية وحيوانية. والملاحظ أن كثيراً من الأحياء البحرية، تتحمل درجات حرارة منخفضة؛ ولكنها تموت، عند تجمد الماء وتتباين كثافة المياه البحرية، أفقياً، كذلك، متأثرة بالتغير في درجات الحرارة، مع دوائر العرض؛ وبنِسب الملوحة، التي ترتبط بها ارتباطاً إيجابياً؛ فضلاً عن تأثرها بكمية التدفق النهري من المياه العذبة؛ والقرب والبعد من السواحل.

الملوحة:

إن أكثر الظواهر، المميزة لمياه البحار والمحيطات عن غيرها من المياه، هي نسبة ملوحتها العالية؛ إذ يبلغ متوسط نسبة الأملاح الذائبة فيها 35 في الألف،وذلك يعني أن كلّ كيلوجرام من مياه البحر، يحوي 35 جراماً من الأملاح. وتتغير درجة ملوحة مياه البحار والمحيطات، رأسياً وأفقياً؛ فالمياه السطحية هي الأقل ملوحة، ومياه الأعماق أكثر ملوحة. وتتغير ملوحة الطبقة السطحية، من مكان إلى آخر، متأثرة بمعدلات التبخر، وكميات التدفق النهري، والتيارات البحرية، والغطاءات الثلجية.فيبين الجدول التالي جدول تركيز الاملاح لبعض البحار والمحيطات.

جدول 2-4

تركيز الاملاح لبعض البحار

البحر او المحيط	تركيز الاملاح (جزء من المليون)
بحر البلطيق	7000
البحر الاسود	13000
البحر الادرياتيكي	25000
المحيط الهندي	33600
المحيط الهادي	33800
البحر الابيض المتوسط	39400
الخليج العربي (الكويت)	42100
البحر الاحمر (جدة)	41200
البحر الاحمر (ينبع)	42300
البحر الميت	275000

الجدول القادم جدول رقم 2-5 يبين التركيب النسبي لمكونات الاملاح الذائبة لعينة قياسية من مياه البحر.

جدول 2-5

المكون	التركيز (جزء من المليون)	النسبة المئوية %
كلوريد الصوديوم NaCl	23476	68.08
كلوريد الماغنيسيوم MgCl2	4981	14.44
كبريتات الصوديوم Na2 SO4	3917	11.36
كلوريد الكالسيوم CaCl2	1102	3.20
كلوريد البوتاسيوم KCl	664	1.92
بيكربونات الصوديوم	192	0.56
بروميد البوتاسيوم KBr	96	0.28
حمض البوريك HBO3	26	0.08
كلوريد الاسترانشيوم SrCl2	24	0.07
فلوريد الصوديوم NaF	3	0.1
المجموع الكلي	34481	100

تتمتع الأحياء البحرية، في مناطق الشطوط والدلتا النهرية، بقدرة فائقة على تحمّل تغيرات كبيرة، ومفاجئة، في نِسب الملوحة، مع تقدم مياه المد وانحسارها؛ ويطلق على هذه الأحياء: واسعة المدى الملحي Euryhaline. ولا تتمتع الأحياء البحرية، البعيدة عن الشواطئ، والتي اعتادت نِسب ملوحة، تكاد تكون ثابتة، بالقدرة على تحمّل مدى واسع في تغيرات نِسب الملوحة؛ ويطلق عليها: ضيقة المدى الملحي Stenohaline.

الشفافية:

إن الماء، بطبيعته، شفاف، يسمح لضوء الشمس باختراقه. ولكن شـفافيته لا تقارن بشفافية الغلاف الغازي، الذي يسمح لقدر كبيـر مـن الإشـعاع الشمسـي بالوصول إلى سطح الأرض. فالماء يشكل عائقاً في طريق أشعة الشمس نحو قـاع المحيط. وفي المياه الصافية جداً، قد يتخلل ضوء الشمس الماء، إلى عمق كيلومتر واحد، تحت السطح فقط؛ ولكن الكمية الواصلة من الطاقة إلى هذا العمق، لا تكفي لقيام عمليات التمثيل الضوئي. لذلك، يقتصر نطاق تلك العمليات، في مياه البحـار والمحيطات، على الطبقة السطحية، بما لا يتعدى 100 متر تحت السطح. ويقلّ هذا العمق، قرب الشواطئ؛ لزيادة نسبة العوالق في المياه. وتتأثر شفافية الماء، كذلك، بنسبة العوالق ومدى تركُّزها فيه. ولا شك أن الضوء ضـروري جـداً للأحيـاء، وخاصة النباتات؛ إذ تقوم عملية التمثيل الضوئي.

الغازات الذائبة:

تخالط غازات الغلاف الغازي مياه البحار والمحيطات، وتذوب فيها. وتزداد نسبتها في الطبقة السطحية، حيث تقلب الرياح مياهها، وتثير الأمواج، وتحركهـا؛ ما يسمح لكمية أكبر من الغازات بمخالطة المياه. وتحتفظ الكتل المائية العميقة، مدة طويلة، بنسب الغازات الذائبة فيها، منذ هبوطها من الطبقة السطحية. وتتأثر كميـة الغازات الذائبة بدرجة الحرارة في مياه البحر المياه بدرجة ملوحتها. فكلّما ارتفعت الحرارة،انخفضت الكمية الغازية؛ ولكن نسبة هذه الغازات الذائبة في مياه البحـار والمحيطات، ضئيلة، نسبياً، فلا تتعدى، في متوسطها، 153 مليلتـراً. ولأن تلـك الغازات مستمدة، أصلاً، من الغلاف الغازي؛ فإن نسبتها في المياه، تعكـس مـدى توافرها في ذلك الغلاف. ويشكل النيتروجين 48 % من الغازات الذائبة في ميـاه البحار والمحيطات، يليه الأوكسجين 36 % فثاني أكسيد لكربـون 15% وبـاقي النِّسب، يتوزَّعها عدد من الغازات، منها: الأرغون، والهيليوم، والنيون.

المصبات Esturies

تعد المصبات اجساما مائية يختلط فيها الماء العذب القادم من اليابسة مع ماء البحر. وتمثل المصبات مجموعات مؤتلفة ديناميكيا لمجتمعات مياه عذبة ومجتمعات بحرية كما انها تمتلك كثير من الميزات الفريدة. وتوجد طرز عديدة مختلفة من المصبات تمثل مجموعة متنوعة من التكوينات الطبوغرافية فقد نشأ بعضها من الغمر الساحلي وغرق مصبات الانهر فنشأت انواع منها علي هيئة ازقة مائية بحرية جليدية منحدرة مثل تلك الموجودة علي امتداد سواحل النرويج وتشيلي، كما نما منها العديد علي هيئة دلتا كبيرة مثل التي توجد في نهر النيل والميسيسبي ومن ابرز مميزات المصبات:

ا- يتغير تركيب الماء فيها بصورة مستمرة بتغير تدفق الماء من اليابسة وتغير الفعل الموجي للبحر , وتتراوح درجة الملوحة من جزء واحد الي 34 جزء في الالف من الاملاح الذائبة في المناطق المختلفة من المصب.

ب- تكون مستويات المواد المغذية عالية نتيجة لغسل المواد العضوية والمواد الكيميائية الزراعية من الاراض المجاورة.

ت- تتذبذب درجات الحرارة وتيارات الماء ومستويات الاكسجين وثاني اكسيد الكربون الي حد بعيد علي اساس موسمي وعلي مدي ساعات اليوم الواحد.

ث- ان نظم المصبات تميل لان تكون متغيرة بدرجة عالية وديناميكية وغير مستقرة تماما ونظرا لاحتوائها علي تركيزات عالية من المواد المغذية ولفعلها الديناميكي فانها تكون منتجة بافراط. كما أنها من أكثر المجتمعات انتاجية للهائمات والسرطانات والمحارات.

2-4-4. رابعا ماء البحيرات

لا تقتصر المسطحات المائية على سطح الكرة الأرضية، على البحار والمحيطات والأنهار فقط، فهناك البحيرات العذبة والمالحة، التي تمثل مصدراً ليس

بالقليل من مصادر المياه، فوق الأرض. والبحيرات عبارة عن مسطحات مائية تحاط باليابس من جميع الجوانب. وقد نشأت هذه البحيرات، من تجمع المياه في الأراضي المنخفضة المحصورة بين أراضٍ مرتفعة.

وتعد من المصادر المائية السطحية. وترتبط مساحاتها بعاملين أساسيين يتمثل الأول بمساحة الحوض أو المقعر الممتلىء بالمياه, والثاني بالعلاقة بين كمية المياه التي يكتسبها الحوض عن طريق التساقط أو ذوبان الثلوج أو الاثنين معا.وكمية المياه التي يفقدها عن طريق عاملي التسرب خلال التكوينات الأرضية والتبخر.

ويختلف مصدر هذه المياه المتجمعة، فمنها ما هو نتيجة تجمع مياه السيول والأمطار، أو مصبات الأنهار، وفي هذه الحالة تعد البحيرة، مصدراً مهماً للمياه العذبة. ومثال لهذه البحيرات بحيرة فيكتوريا في المنطقة الاستوائية في أفريقيا بأوغندا، التي تُعد من منابع نهر النيل، وثالث أكبر بحيرة في العالم، وأكبر بحيرة مياه عذبة، حيث تبلغ مساحتها 69490 كيلومتر مربع.

وقد تكون البحيرة في مناطق جافة، ذات معدلات بخر عالية، مما يزيد نسبة الملوحة بها بعد فترة. أو تكون البحيرة متصلة بمياه البحر، عن طريق مضايق وبواغيز، لتصبح بحيرة مياه مالحة. ومن أمثلة البحيرات المالحة، بحيرات المنزلة والبردويل والبرلس في مصر، قرب ساحل البحر الأبيض المتوسط، حيث تستقبل ماءها من مياهه.

تصف مياه البحيرات ببطء تحركاتها وأحيانا ثباتها. تتراوح مياه البحيرات في العالم بين العذبة والمالحة تبعا لطبيعة مصادر تغذيتها الأساسية. وتتوزع في مختلف قارات العالم.حيث إن أكبر 16 بحيرة في العالم تتراوح مساحاتها بين مساحة العراق (بحر قزوين) ومساحة الكويت (بحيرة بلكاش).

وقد تزداد البحيرات المالحة في المساحة، حتى يطلق عليها في بعض الأحيان اسم بحار، مثل بحر قزوين، الذي يقع في غربي آسيا، ويُعد من أكبر بحيرات العالم

من حيث مساحته، التي تقدر بحوالي 373 ألف كيلومتر مربـــع، وكـــذلك البحـــر الميت.

إن حجم مياه البحيرات العذبة في العالم يشكل نسبة ضئيلة جدا مـــن جملـــة المياه العذبة الموجودة في الكتل القارية المختلفة, لا تزيد عن نسبة 0.4%.

وعلى الرغم من أن معظم البحيرات في العالم، تعد من البحيرات الطبيعيـــة، التي تكونت بفعل تجمُّع المياه في الأراضي المنخفضة، دون تدخل من الأنسان، إلاّ أن هناك البحيرات الصناعية التي أنشأها الأنسان للعديد من الأغراض، وتتباين هذه البحيرات تبعاً للغرض من إنشائها.

فبحيرة السد التي تعد مخزوناً للمياه العذبة خلف السد العالي في مصر، تمتد جنوباً بطول حوالي 550 كم، وبعرض متوسط 10 كم، ويقع حوالي 200 كم مـــن البحيرة داخل الحدود السودانية، وحوالي 350 كم داخل الأراضي المصرية. كذلك، هناك العديد من البحيرات الصناعية الأخرى في العالم،التي أنشئت لأغراض مثـــل ممارسة الرياضات المائية، أو الترفيه، أو تربية الأسماك. وتختلف مساحات هـــذه البحيرات، تبعاً للغرض من إنشائها.

ويوضح الجدول التالي اشهر واهم البحيرات في العالم.

جدول رقم 2-6

البحيرة	الموقع	المساحة	العمق بالمتر
بحيرة قزوين	اسيا	371.000 كم2	1025 م2
بحيرة سوبيرير	امريكا الشمالية	28.000كم2	405 م2
بحيرة فيكتوريا	افريقيا	68.679كم2	82 م2
بحيرة ارال	اسيا	65.500 كم2	67 م2
بحيرة هورن	امريكا الشمالية	59.580 كم2	228 م2

البحيرة	الموقع	المساحة	العمق بالمتر
بحيرة متشنج	امريكا الشمالية	58.020كم2	281 م2
بحيرة تنجانيفا	افريقيا	32.900 كم2	1470 م2
بحيرة بيكال	اسيا	31.134 كم2	1620 م2
بحيرة بير العظمي	امريكا الشمالية	30.965 كم2	446 م2
بحيرة ملاوي	افريقيا	28.544 كم2	695 م2
بحيرة سليف	امريكا الشمالية	28.239 كم2	614 م2
بحيرة ابري	امريكا الشمالية	24.680 كم2	64 م2
بحيرقوينج	امريكا الشمالية	24.390كم2	18 م2
بحيرة اونتاريو	امريكا الشمالية	19.400 كم2	244 م2
بحيرة بلكاش	اسيا	18.214 كم2	26 م2
بحيرة لادوجا	اوربا	17.497 كم2	225 م2
بحيرة تشاد	افريقيا	16.128 كم2	7 م2
بحيرة مراكيبو	امريكا الجنوبية	13.355 كم2	35 م2
بحيرة اونيجا	اوربا	9.497 كم2	100م2
بحيرة ابر	استراليا	9.216 كم2	12/1 م2
بحيرة فولتا	افريقيا	3.386 كم2	6م2
بحيرة تيتي كاكا	امريكا الجنوبية	8.340كم2	281م2
بحيرة نيكارجوا	امريكا الوسطي	8.270 كم2	70م2
بحيرة ايتاسكا	امريكا الشمالية	7.843 كم2	124 م2

البحيرة	الموقع	المساحة	العمق بالمتر
بحيرة ريندير	امريكا الشمالية	6.574 كم2	219 م2
بحيرة توركانا	افريقيا	6.330كم2	73م2
بحيرة اسيك كول	اسيا	6.028كم2	702م2
بحيرة تورينز	استراليا	5.708 كم2	125 م2
بحيرة فانيم	اوربا	5.519 كم2	100م2
بحيرة البيروت	افريقيا	5.312كم2	51م2

2-4-5. خامسا المياه الجوفية

(وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الأرض وَإِنَّا عَلَى ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ) [سورة المؤمنون، الآية 18].

بعد هطول الأمطار، يسلك جزء من مائها سبلاً فوق ظاهر الأرض، لتتجمع في الأنهار، بينما تتشرب مسام الأرض وشقوقها الكثير منها، حيث تتجمع تلك المياه في باطن الأرض، فوق طبقة من الأرض صماء، لا تسمح لهذه المياه بالانسياب من خلالها، فتتكون أحواض مائية في باطن الأرض، تسمى بالطبقة الحاملة أو المخزون الجوفي (Aquifer).

ولا تعد مياه الأمطار المصدر الوحيد للمياه الجوفية، فهناك مصادر أخرى لها من خلال تسرب المياه من البحيرات أو الأنهار القريبة، لكي تتجمع في تلك الأحواض في باطن الأرض. وتظل هذه المياه محبوسة في باطن الأرض، لا يمكن الوصول إليها، أو الاستفادة منها، إلاّ عن طريق حفر الآبار.

أما أشكال المياه الجوفية فتتمثل بالاتي:

1- الينابيع: وهي مياه جوفية تندفع بشكل طبيعي من خزاناتها الطبيعية.أومن الطبقات الصخرية الحاوية لها لتظهر على سطح الأرض.

2- النافورات الحارة: وهي مياه جوفية تندفع بغزارة إلى أعلى لعدة أمتار بفعل عامل الضغط الهيدروستاتيكي, وتأتي هذه المياه من أعماق بعيدة عن مستوى سطح الأرض تتصف بسخونتها مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه.

3- الآبار الارتوازية: وهي مياه جوفية موجودة في ثنيات مقعرة بكميات كبيرة (خزانات المياه) وتندفع بفعل الضغط الهيروستاتيكي.

يميز الباحثون بين مستويين رئيسيين للمياه الجوفية هما:

أ- مياه جوفية غير بعيدة عن سطح الأرض وفي أعماق لا تتجاوز 792 متراً.

ب- مياه جوفية بعيدة عن سطح الأرض وبأعماق تتـــراوح بـــين 792 وأكثـــر من3962 متر.

أما من حيث الاحتواء على الأملاح فيمكن التمييز بين ثلاثة أنواع هي:

1- مياه جوفية عذبة متكونة من مجاري الأنهار والمسيلات المائية والأمطـــار والثلوج.

2- مياه جوفية مالحة متكونة من تسرب مياه البحـــار والمحيطـــات للطبقـــات الأرضية.

3- مياه جوفية تتراوح بين العذبة والمالحة.وهي مياه تتـــأثر بأصـــل ونشـــأة التكوينات الصخرية الموجودة فيها.

إن أهمية المياه الجوفية في المناطق التي لا توجد فيها مياه سطحية كافيـــة، كبيرة جداً وذلك لارتبط حياة السكان وأنشطتهم بوجودها وملاءمتها حياتهم.وممـــا يزيد من أهميتها الخصائص التي تعطيها أفضلية في الأستخدام.حيث تتميز الميـــاه الجوفية بالخصائص الآتية:

1- إمكانية الحصول عليها في الأقاليم التي لاتتوفرفيها المياه السطحية.

2- عدم التأثر الكلي للمياه الجوفية بظروف الجفاف التي تسود في بعض السنين.

3- خلو المياه الجوفية من الملوثات المسببة للأمراض.

4- ثبات التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في معظم الحالات

5- الثبات التقريبي لدرجة حرارة المياه الجوفية.

6- صفاء المياه الجوفية لبعدها عن المصادر المعكرة لها.

الفصل الثالث

الملوثات في الأجسام المائية

3. مقدمة

3-1. نقص الموارد المائية

3-2. مفهوم التلوث البيئي والمائي

3-2-1. تصنيف الملوثات البيئية

3-3. ملوثات الماء

3-4. انتقال ودخول ومسار الملوثات في الاجسام المائية ودورات التلوث

3-4-1.انتقال الملوثات من الارض للمياه الجوفية

3-4-2.انتقال الملوثات من الارض للمياه السطحية

3-4-3.دورات التلوث بين انظمة البيئة

3-4-3-1.دورة التلوث بين الماء والهواء

3-4-3-2.دورة التلوث بين الماء والارض

3-5.حركة ومسار الملوثات في البيئة المائية

3-6.مصادر وصور تلوث المياه

الفصل الثالث

الملوثات في الاجسام المائية

3. مقدمة

الماء وهو سائل الحياة هو سائل مقبولاً من جميع المخلوقات على الأرض لوناً وطعماً ورائحة، ومن علامات فساد الماء وتلوثه تغير اللون أو الطعم أو الرائحة أو جميعهم.

فلو كان الماء أحمر اللون لكرهه كثير من الناس الذين يكرهون اللون الأحمر في السوائل وبعضهم يغمى عليه إذا رأى سائلاً أحمر كالدم حتى أن المدربون في الجيوش يضعون كميات من معاجين الطماطم والألوان الحمراء في طريق جنودهم أثناء التدريب حتى يتعودون على اللون الأحمر فلا ينهارون عند لقاء العدو ورؤية الدم الأحمر.

كما أن بعض الناس يكره اللون الأصفر وبعض الناس يكره اللون الأزرق حتى أن بعض الأطفال يكرهون اللون الأبيض ولا يشربون اللبن إلا إذا غيرت الأمهات لونه الأبيض بلون الشيكولاته أو الفراولة، وما قلناه عن اللون يقال عن الرائحة والطعم فكم منا يكره رائحة بعض العطور الغالية الثمن ويغمى عليه إذا شمها لمدة طويلة، وكذا كثيراً من الناس يكره طعم الأدوية وبعض الأطعمة. إذاً سائل الحياة الوحيد من الحكمة وكمال الخلقة لابد أن يكون عديم اللون، عديم الطعم عديم الرائحة حتى يكون مقبولاً من الجميع، ولو كان له أي لون أو طعم أو رائحة أخرى لسادت تلك الصفة على الأطعمة والأشربة والملابس وكل الحياة.

الموارد المائية واستهلاكها في العالم:

تمثل مياه البحار والمحيطات من 96 الي 97% من الموارد المائية الموجودة فوق المعمورة، فيما تختزن مناطق القطبين المتجمدين 24، 2% ولا تبلغ نسبة المياه المتاحة في شكل أنهار وبحيرات ومياه جوفية إلا 0.26 % ومن ثم يتضح

ضآلة الكميات المتاحة لنا من المياه، والتي قد لا نتوانى في تبديدها على نحو غير معقول.

وتشير تقارير البنك الدولي الى أن 40% من ساكنة العالم موزعة على 80 بلدا يعانون نقصا حادا في الماء، وأن أزيد من مليار شخص لا يستفيدون من الإمدادات المائية النقية، بل إن عددا أكثر من هذا بكثير لا يدركون حجم استهلاكهم اليومي المباشر او غير المباشر من هذا المورد الثمين، وحسب تقديرات هذه المؤسسة المالية، فإن متطلبات الصناعة والزراعة الصناعية من الماء سوف تتضاعف في غضون خمس وثلاثين سنة، مما سيحرم ثلثي ساكنة العالم من المياه النقية، وإذا كانت الأستخدامات العادية للماء لأغراض الشرب والاستهلاك المنزلي معروفة لدى الجميع، فإن استخدامات أخرى تظل خفية، وتمر دون أو يدركها المستهلك العادي، فعلى سبيل المثال يحتاج انتاج كيلو جرام واحد من البرتقال الى 52 متراً مكعباً من الماء، وبعبارة أخرى يتطلب إنتاج ثلاثة أكواب من العصير 17 وايتا من الماء.

ثم إن إنتاج مجرد رغيف من الخبز يزن 200 جرام يتطلب 400 لتر من الماء، بدءا بزراعة القمح ووصولا الى قطعة الرغيف في شكلها النهائي، ومما لا شك فيه فالمستهلك لا يرى الا المنتج في صورته النهائية، غير آبه بالكميات الهائلة من الموارد المائية الثمينة اللازمة لإنتاجه، ولعل المثال الأكثر وضوحا على الاستهلاك غير العقلاني للمياه هو إنتاج اللحوم، فقد أورد كتاب نشر مؤخرا تحت عنوان (التكامل البيئي) متلازمة حماية البيئة والصحة» لكاتبه الدكتور دافيد بيكون تال استاذ علم البيئة والعلوم الزراعية بجامعة كورنيل احصائيات مهمة عن انتاج اللحوم إذ تبين أن إنتاج كيلو جرام واحد من اللحم يتطلب 100 ألف لتر تقريبا من المياه،، فقد كتب الدكتور بيكون تال قائلا« أبانت المعلومات التي حصلنا عليها أن الحيوانات المعدة لإنتاج اللحوم تستهلك 100 كيلوجرام من الكلأ و4 كجم من الحبوب نظير إنتاج كيلوجرام واحد من اللحم، وبتطبيق القاعدة الأساسية التي تقول

بأن كيلوجراما واحدا من الكلأ والحبوب يتطلب 1000 لتر، نستنتج أن إنتاج كيلوجرام واحد من اللحم يتطلب 1000 لتر من الماء، وباستخدام نفس الطريقة الحسابية نجد أن إنتاج لتر واحد من الحليب الطازج يتطلب 4000 لتر من الماء.

3-1. نقص الموارد المائية

يُعدّ النقص في إمدادات المياه العذبة من المشكلات المؤرقة في كل زمان ومكان. واليوم تزداد هذه المشكلة عن قبل، لازدياد الطلب على الماء العذب. وترتفع كثير من الأصوات، هنا وهناك، محذرة من عدم كفاية الماء العذب، نتيجة انخفاض المخزون العالمي منه. إلاّ أن كمية الماء، كانت وسوف تظل، هي نفس كمية الماء نفسها، التي كانت موجودة على سطح الأرض من قبل، ويُعاد استخدامها مرات بعد مرات، من خلال دورة الماء في الطبيعة.

إن كمية الماء الموجودة فوق الأرض، كافية لكل الاحتياجات،ومع ذلك فان هذه الكمية ليست موزعة بالتساوي. فهناك بعض المناطق تعاني من القحط والجفاف، بينما مناطق أخرى بها كل مصادر المياه العذبة، من أمطار وأنهار وبحيرات. ولا يخفى أن الأنسان قد صنع بنفسه مشكلة المياه في بعض المناطق، بسوء استخدامه لمصادر المياه الطبيعية.

وتختلف البلدان في العالم، من حيث نصيبها من المياه العذبة الموجودة على الأرض، حيث يقدر نصيب كل دولة بما تستقبله من أمطار.

فدولة مثل انجلترا، تستقبل قدراً كبيراً من مياه الأمطار عاماً بعد عام. لذا، فثرواتها من المياه العذبة متعددة، من الأنهار والبحيرات والمخازن الجوفية. بينما دولة مثل المملكة العربية السعودية، تستقبل قدراً ضئيلاً من الأمطار، مما يجعلها من الدول الفقيرة في مصادر المياه العذبة.

وتسقط الأمطار بكميات غزيرة على الكرة الأرضية، إلاّ أن هذا الهطول غير متساو. ولو قُدر لهذه الأمطار الهطول بتساو على الكرة الأرضية، لاستقبلت كل المناطق كمية من الماء، تقرب من 86 سم سنوياً.

وبصفة عامة، فإن أكثر مناطق العالم تعداداً بالسكان، تسقط عليها أمطاركافية كل عام، مثل أوروبا وجنوب شرقي آسيا، وشرق الولايات المتحدة،والهند، والصين. لكن أكثر من نصف مساحة الأرض، مناطق جافة لا تسقط عليها أمطار إلاّ نادراً، مثل غالبية آسيا، ووسط أستراليا، وغالبية شمال أفريقيا، والشرق الأوسط. وهذه المناطق تعاني من نقص مستمر في موارد المياه، نتيجة قلة ما تستقبله من مياه الأمطار. يضاف إلى هذا، أن بعض المناطق ذات الموارد الكافية من الأمطار، قد تتعرض في بعض السنوات، أو المواسم، إلى نقص حاد في الأمطار، مما يعرضها لمخاطر نقص المياه والجفاف، مثلما حدث في الثمانينات في الأرجنتين، واستراليا، والبرازيل، وأثيوبيا، والعديد من الأقطار الأخرى.

سُبل استغلال مصادر المياه:

على مرّ التاريخ بحث الأنسان عن مصادر المياه العذبة، واستوطن بجانبها. وقامت حولها العديد من الحضارات. ونتيجة لوفرة هذه المصادر، من أنهار وبحيرات، لم يفطن الأنسان إلى ما بين يديه من ثروة. فلم يحافظ عليها، وبددها وأهدرها. وألقت العديد من المدن والقرى بنفاياتها وصرفها، في الماء العذب فلوثته.

وفي أغلب البلاد، تقدر المستحقات التي تدفع على استهلاك الماء، وفقاً لحجم المنزل أو السكن، دون اعتبار لمقدار ما يتم استهلاكه من المياه، مما حدا بسكان هذه المنازل، إلى الإسراف في استهلاك المياه العذبة. إلاّ أنه في بعض المدن، تُركب عدادات لتقدير المياه، على أساس الاستهلاك الفعلي. وفي هذه الحالة تزداد قيمة المستحقات المدفوعة، تبعاً لكمية المياه المستهلكة، مما يشجع على الاقتصاد

في استهلاك الماء، وإقلال الفاقد منها، عن طريق إصلاح شبكة المياه في المنازل، وأنابيب المياه التالفة.

كما بدأ في العديد من المدن، مشاريع الاستفادة من مياه الصرف الصحي، عن طريق معالجتها بدلاً من صرفها في البحار، أو مسطحات المياه العذبة وتلويثها. وتستخدم مياه الصرف المعالجة، في استصلاح الأراضي واستزراعها، وري الحدائق والشوارع، بدلاً من المياه العذبة.

كما بدأت بعض البلاد الصحراوية، في تنفيذ مشاريع إعذاب مياه البحر، لاستخدامها كمصدر للمياه العذبة، بعدما تناقصت موارد المياه العذبة، من آبار وعيون وبحيرات. كما بدأت هذه البلدان في إجراء البحوث الجادة، حول إمكانية إسقاط الأمطار اصطناعياً، ولكن هذه الأفكار لا تزال طور الأبحاث، لأنها مكلفة للغاية في الوقت الحاضر.

ويوضح الجدول التالي معدل الاحتياج اليومي للمياه النقية للاستعمال المنزلي، في بعض دول حوض البحر الأبيض المتوسط.

جدول 3-1

الدولة	عدد السكان (مليون نسمة)			معدل النمو الاقتصادي %	احتياج المياه(مليون متر مكعب /يوم)		
	1990	2000	2010		1990	2000	2010
مصر	52	66	80	4.1	5.10	6.50	7.50
ليبيا	4.5	6	9	4.5	0.5	0.75	1.00
تونس	8.2	10	13	3.2	0.7	1.00	1.30
الجزائر	25	34	45	2.10	2.60	3.40	4.50
المغرب	25	32	40	2.30	2.40	2.90	4.00

الدولة	عدد السكان (مليون نسمة)			معدل النمو الاقتصادي %	احتياج المياه(مليون متر مكعب /يوم)		
	1990	2000	2010		1990	2000	2010
سوريا	12.5	15	18	2.90	1.10	1.60	2.30
الاردن	3.2	4	5	3.80	0.60	1.0	1.50
تركيا	56	68	80	2.60	5.10	6.80	10
اليونان	10.2	10.5	11	2.80	1.10	1.20	1.30
قبرص	0.70	0.90	1.1	2.60	0.15	0.20	0.25
ايطاليا	58	60	62	3.0	10.4	13.9	17.10
البانيا	3.3	4.0	4.5	3.5	0.30	0.40	0.50
مالطة	0.50	0.75	1.0	2.50	0.10	0.15	0.20
فرنسا	56.5	59	61	2.40	10.1	14	18
اسبانيا	39	41	43	2.4	4.75	7.40	8.60

3-1-1. توزيع الماء وتسربه

المرحلة التالية لمعالجة المياه هي توزيع الماء الذي يتم من خلال ضخ وارسال الماء من محطات المعالجة الي المستخدمين (سواء المنازل او المنشأت) ويشكل تسرب الماء وسرقته خسارة فادحة تتحملها الكثير من نظم الامداد بالماء. ولا تمتلك اغلب البلدان فكرة دقيقة عن كمية الماء التي تفقدها من جراء التسرب والسرقة. ولم يدخل سوي عدد قليل من البلدان نظما معقدة للرقابة علي تدفق الماء عبر خطوط الانابيب. ومن الشائع ان تفوق الخسائر في العديد من بلدان حوض المتوسط مثلا 30% بل قد تصل الي 50% من كميات المياه.

فهناك هامش ضخم للحفاظ علي المياه نظيفة ومعالجة عن طريق تقليل الخسائر من خلال الصيانة علي نحو ملائم اشبكات توزيع المياه. ونـاك ايضا فرصة كبري للحد من تسرب المياه في نظم الانابيب والسباكة سواء بالمنازل او المكاتب او المصانع.

وهناك على ما تقدم، فان العديد من البلدان والمدن ومنشأت العمل في يومنا هذا تدعم يبل ادخار المياه باستخدام الصنابير منخفضة التدفق، وانظمة المراحيض متباينة التدفق، والتي تعد الزامية في المباني الجديدة لبعض البلدان.

ونظرا لان معدلات التسرب ترتفع مع قدم النظم الحكومية والخاصة علي السواء وتصدع الانابيب، فان تقليل مستويات التسرب اضحى اليوم اولوية قصوى لكثير من دول العالم. ففي المغرب علي سبيل المثال تمكن احد البرامج الهادفة لتحسين الخطوط الرئيسية لشبكات المياه في المراكز الحضرية إلى توفير 450 لتر / ثانية وهي كميات تفي بحاجات مدينة يقطنها 120.000 نسمة.

3-2. مفهوم التلوث البيئي والمائي

لقد ادي التنامي الكبير لعدد السكان في العالم والتقدم الصناعي والزراعي في القرن العشرين، اضافة إلى عدم اتباع الطرق المناسبة في معالجة مصادر التلوث وانعدام التخطيط السليم الي تلوث عناصر البيئة كالارض والهواء والماء، واستنزاف مصادر الثروة الطبيعية. ويمكن اعتبار مشكلتي التلوث واستنزاف الموارد الطبيعية من اهم المشاكل البيئية الرئيسية في هذا العصر سواء للعالم المتقدم او العالم النامي. وعادة يقصد بالتلوث بانه تداخل الأنشطة الأنسانية في موارد وطاقات البيئة بحيث يؤدي هذا التداخل الي تعرض صحة الأنسان ورفاهيته او المصادر الطبيعية للخطر أو تجعلها في وضع يحتمل معه تعرضها للخطر بشكل مباشر او غير مباشر. ويعرف التلوث بوجود مادة او مواد غريبة في اي مكون من مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال او يحد من استعمالها.

وتعرف الملوثات بانها المواد او الميكروبات او الطاقات التي تلحق الاذي بالأنسان او الكائن الحي عموما وتسبب له الأمراض او تؤدي به الي الهلاك.

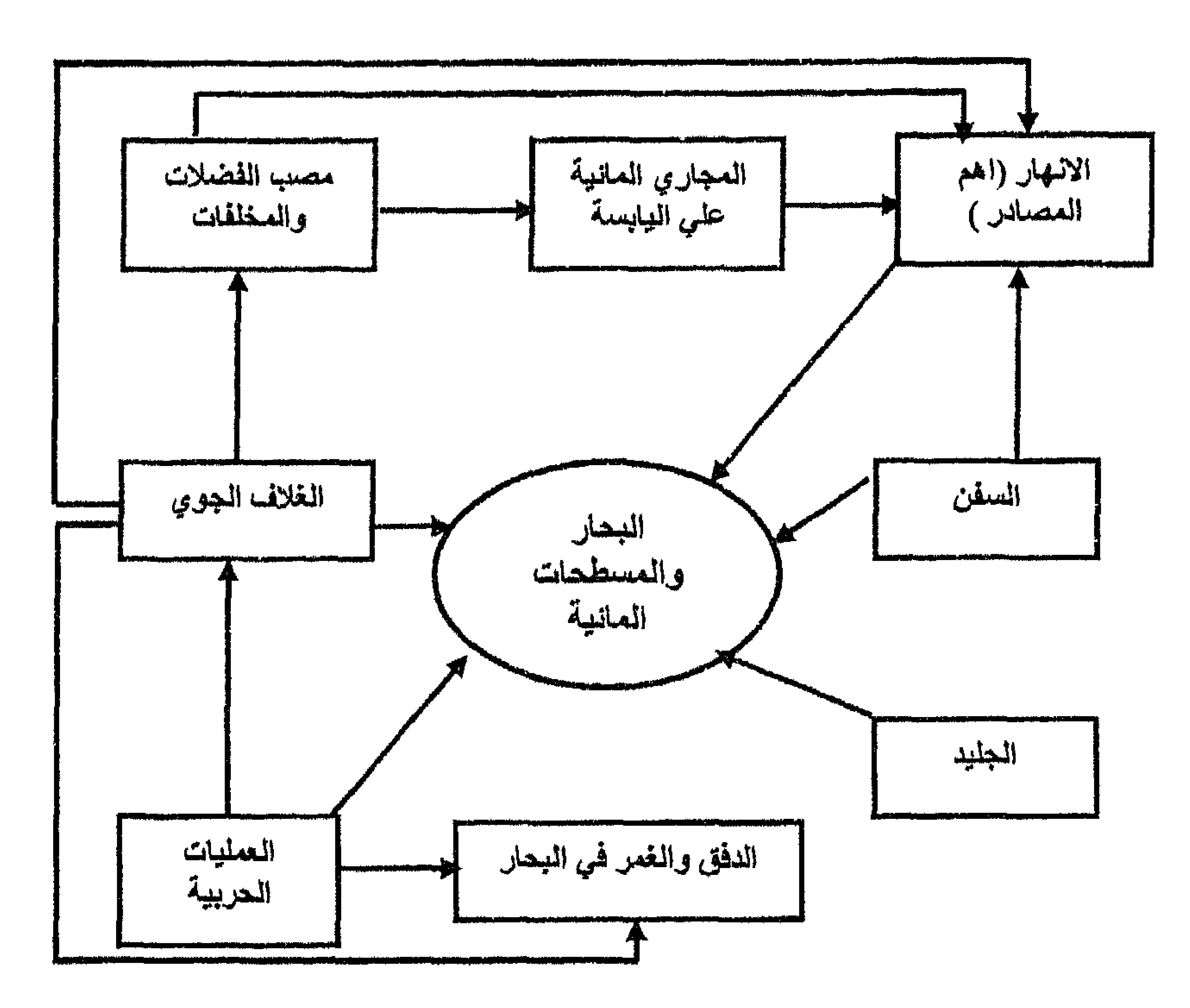
وقد كانت النظم البيئية الطبيعية في الماضي قادرة علي استيعاب الملوثات سواء في التربة او الماء او الهواء, وذلك لقلة كميات وتركيزات الملوثات وعدم وجود مواد غريبة عن البيئة صعبة أوعديمة التحلل. اما اليوم فالنظم البيئية الطبيعية اصبحت غير قادرة علي استيعاب الملوثات وذلك لزيادة كميات وتركيزات الملوثات ودخول مواد غريبة غير قابلة التحلل. وتجدر الاشارة الي ان البيئة يضاف اليها سنويا اعداد هائلة من المواد الغريبة تقدر ب 5000 مركب كيميائي جديد. ويعتمد تأثير هذه المواد علي درجة تركيزها في البيئة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية وطبيعة تفاعلها مع بعضها البعض ومع البيئة المحيطة.

وفي بعض الاحيان تحدث هذه المواد خللا في النظم البيئية مثل:

- الحد أو حتي القضاء علي عملية التنقية الذاتية او الطبيعية للماء والتربة.
- القضاء علي بعض انواع النباتات او الحيوانات وزيادة مناعة الحشرات الضارة تلوث السلاسل الغذائية البرية والمائية التي يقف علي راسها الأنسان.

لذا عمدت الكثير من دول العالم الي اصدار تشريعات وقوانين تلزم المصانع المنتجة للمواد الكيماوية علي اجراء الاختبارات عليها للتعرف علي سرعة تحللها في الطبيعة , ومعدل وسرعة تركزها في السلاسل الغذائية ,ودرجة تأثيرها علي الجينات وكون احتمال ان تكون مسببة للسرطان وغيرها وذلك قبل الترخيص بانتاجها والسماح باستعمالها.

ويبين الشكل التالي طرق وصول الملوثات للبحار والمسطحات المائية:



طرق وصول الملوثات للبحار والمسطحات المائية

لتحديد اثر الملوثات على المسطحات المائية توجد بعض الخصائص اللازم تحديدها مثل:

◊ درجة تركيز الملوثات.

◊ طبيعة الملوث.

◊ مصادر انتاج الملوثات (الكم الانتاجي – الكيف، الاستهلاك).

◊ قابلية الملوث للتجمع والتركيز في بعض النظم والاحياء المائية.

◊ درجة السمية وقابلية الملوث للتحول من صورة كيميائية الى اخرى.

3-2-1. تصنيف الملوثات البيئية

يمكن تقسيم المواد الملوثة للبيئة تبعا لطبيعة المادة سواء من حيث التركيب الكيميائي او حالة المادة ويمكن تقسيمها فقا للصفات الطبيعية والكيماوية للملوثات او تبعا للنظام البيئي المعرض للتلوث او وفقا لمصدر التلوث او نظام استخدام الملوث او التأثيرات الضارة للملوثات علي النظام البيئي.

اولاً تقسيم الملوثات طبقا لطبيعتها Classification by nature

1- التركيب الكيميائي
- الملوثات العضوية مثل الهيدروكربونات.
- الملوثات الغير عضوية مثل أكاسيد الكبريت.

2- الحالة الطبيعية للملوث
- ملوثات غازية
- ملوثات سائلة
- ملوثات صلبة

ثانياً تقسيم الملوثات طبقا لصفاتها Classification by Properties

1- القابلية للذوبان في الماء والزيوت والدهون
2- التحلل البيولوجي داخل الانظمة البيئية
3- معدل الانتشار والتخفيف
4- الثبات في الهواء والماء والتربة
5- قابليته للتفاعل علي غيره من المواد

ثالثا التقسيم تبعا لنوع النظام البيئي

Classification by sector of environment

1. ملوثات هوائية
2. ملوثات مائية
3. ملوثات التربة

رابعا تقسيم الملوثات طبقا لمصدر التلوث Classification by Source

1- نواتج احتراق الوقود

* مصادر منزلية
* مصادر صناعية
* مصادر زراعية

2-- نواتج ذات اصول صناعية وتقسم وفقا لنوع الصناعة مثل صناعة البلاستيك والنسيج والاسمنت وصهر المعادن.....

3- نواتج خدمية ومنزلية مثل نفايات المعامل – نفايات المستشفيات – نفايات المنزل.

4- نواتج ذات اصول زراعية مثل المخلفات الزراعية مخلفات الماشية والحيوانات الزراعية – مخلفات الاسمدة ومتبقيات المبيدات.

5- نواتج الانشطة العسكرية.

6- نواتج انشطة الكائنات الدقيقة الحية مثل البكتريا والفطريات.

خامسا التقسيم تبعا لنمط الأستخدام Classification by pattern of use

1. الأستخدامات في الصناعة مثل المواد الاولية – المذيبات – المثبتات – الملونات – المواد الحافظة – مواد التشحيم.
2. الأستخدامات في المنزل والمستشفيات مثل المنظفات –الملطفات –مواد الطلاء – المطهرات – المبيدات الكيماوية.
3. الأستخدامات في الزراعة الاسمدة – المبيدات – المخصبات – المعقمات.
4. الأستخدامات في النقل الوقود – مواد التشحيم – مواد الدهنات والجلفنة.
5. الأستخدامات في الحروب.

سادسا التقسيم تبعا للاثأر الناتجة Classification by Effects

1. ملوثات تؤثر على الأنسان
2. ملوثات تؤثر على الحيوان
3. ملوثات تؤثر على النبات
4. ملوثات تؤثر على مكونات الجو مثل طبقة الاوزون
5. ملوثات تؤثر على العمليات الحيوية الطبيعية في الماء

كما يمكن تقسيم الملوثات الي الاقسام التالية:

1- ملوثات طبيعية
2- ملوثات صناعية
3- ملوثات فيزيائية
4- ملوثات حيوية (بيولوجية)

1- ملوثات طبيعية:

وهي الملوثات التي لا يتدخل الأنسان في احداثها، مثل الغازات والابخرة التي تتصاعد من البراكين او تأثير الانفجارات الشمسية علي اضطرابات الطقس، او احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، او انتشار حبوب اللقاح في الجو، او الفيضانات الشديدة الجارفة، او انتشار الاوبئة الميكروبية.

2- ملوثات صناعية:

وهي الملوثات التي استحدثها الأنسان من خلال نشاطه الصناعي، كالغازات والابخرة والمواد الصلبة التي تنتج من المصانع وايضا المخلفات الناتجة من انشطة الناس وحياتهم.

3- ملوثات فيزيائية:

كالضوضاء والاشعاع الذري والتلوث الحراري الذي ينتج من استخدام كميات كبيرة من مياه التبريد في محطات توليد القوي ثم اعادتها الي البيئة المائية مما يسبب تلوثا حراريا لتلك البيئات.

4- ملوثات كيميائية:

وهي المواد الكيميائية التي يتعامل معها الأنسان كالمبيدات بانواعها المختلفة والمنظفات الصناعية والاسمدة الكيماوية ونواتج الصناعات البترولية وصناعات الغزل والنسيج وصناعات الحديد والصلب وغيرها.

5- ملوثات حيوية (بيولوجية):

وهي الكائنات الحية التي تنتشرفي البيئات المختلفة مسببة اضرار خطيرة بصحة الأنسان وزراعتة وحيواناته ومقتنياته المختلفة وتشمل هذه الكائنات الحية البكتريا والفطريات والفيروسات والطفيليات والانواع الاخري من الكائنات الحية المختلفة التي تعد افات صحية او زراعية علي الأنسان او الحيوان او النبات.

3-3. ملوثات الماء

تتعد ملوثات الماء بتعدد مصادر التلوث واختلاف طبيعة المصادر المولدة للتلوث وقد حدد العلماء انواع رئيسية للملوثات المائية تتمثل في الأنواع الاتية:

1. الفضلات/ الملوثات المتحللة بيولوجيا.
2. الكائنات الممرضة.
3. الحرارة/ التلوث الحراري.
4. الرواسب.
5. الملوثات الكيميائية.
6. الفضلات المشعة (التلوث الاشعاعي).
7. التلوث الطبيعي.

أولاً: الفضلات المتحللة بيولوجيا

تشتمل هذه الملوثات على فضلات الإنسان والحيوان، ومخلفات الطعام، وغيرها من المواد العضوية. وهذه الفضلات تسبب تلوث المياه جراء تزويد او تجهيز البكتريا بحاجتها من المغذيات والعناصر اللازمة لنموها. وعند توافر هذه

المغذيات بدرجة كافية، فان البكتريا الهوائية يتضاعف عددها بسرعة شديدة وتقوم باستهلاك الاوكسجين المذاب في النهر او الجسم المائي وتجعله غير صالح لمعيشة الحياة المائية كالأسماك وغيرها. وباستمرار استنفاد الاوكسجين تتناقص الحياة في الماء بل يخلو الماء من أي نوع من الحياة باستثناء البكتريا اللاهوائية التي تخلق حالات من الروائح الكريهة والغازات. إن الفضلات المتحللة بيولوجيا تسبب أيضا تلوث المياه جراء انتشار البكتريا المرضية. وهذه الأخيرة كانت السبب الرئيس وراء تفاقم حمى التيفوئيد والكوليرا، وهي نفسها قادت إلى تطوير واستنباط محطات معالجة مياه الفضلات.

المغذيات/ المخصبات النباتية: يمكن لهذه المواد أن تعيد الحياة إلى الأرض كما أنها أيضا يمكن أن تجلب الدمار للجسم المائي.تنتج هذه المواد من المجاري وفضلات الحيوانات والدواجن وصرف الأسمدة والمنظفات والفضلات الصناعية وغيرها. وبعض مصادر هذه المغذيات قد تكون محددة ومشخصة و البعض الآخر غير محددة. تعمل المغذيات مثل الفوسفور والنترات على تحفيز وتسريع نمو النباتات. وهذه المواد تشكل جزءا رئيسا من مكونات صناعة الأسمدة وقد تحدث طبيعيا أيضا. وعند وجودها بمقادير كبيرة فإنها تعمل على إلحاق أضرار كبيرة في البيئة والمياه. وتشير الدراسات أن ما يقرب من 80% من النترات و75% من الفوسفور المطروحة في الأجسام المائية تعود مصادرها إلى النشاطات البشرية. تعد النترات والفوسفور من العوامل المحددة لنمو الحياة النباتية. بمعنى أنها إذا تواجدت بكميات محددة فإنها تساعد على نمو الأحياء المختلفة وتحافظ على التوازن الطبيعي.ولكن إذا توفرت بمقادير متزايدة ووصلت إلى الجسم المائي فإنها تعمل على نمو بعض أجناس النباتات بشكل هائل مما يكبح او يعيق نمو أنواع الحياة الأخرى. فعلى سبيل المثال إذا تواجدت تراكيز المواد النتروجينية اللاعضوية بتراكيز 0.3 ملجم/لتر وتواجد الفوسفور بتركيز 0.01 ملجم/لتر فإنها تساعد على حصول الازدهار الطحلبي او النمو الانفجاري للطحالب والذي يهدد بحصول

عواقب وخيمة في الجسم المائي منها ضبابية المياه ومحدودية صفائها والقضاء على الناحية الجمالية للجسم المائي. وتتوالى الآثار السيئة بسرعة على الجسم المائي عند حصول الازدهار الطحلبي. فالطحالب الخضراء بإمكانها الإساءة إلى مياه السباحة وتدمير مراوح القوارب. كما ان المغذيات تسبب نمو الأعشاب ونمو النباتات غير المرغوبة مما يعقد ويزيد في المشاكل. كما أن هذا الازدهار يسيء إلى نوعية المياه مما ينعكس في زيادة كلفة المعالجة إذا استخدمت تلك المياه للأغراض البشرية والصناعية ويعقد من إزالة الشوائب والروائح. ولما كانت كتلة الطحالب تنجرف وتتجمع قرب الضفاف فإنها تسبب صدور الروائح الكريهة، كما أن بعض أنواع الطحالب بإمكانها إفراز او إطلاق مواد سمية قد تتركز في الأسماك والقواقع وتنتقل إلى الإنسان بوساطة السلسلة الغذائية وتسبب اضطرابات هضمية. وهذه الأخيرة قد أدت ببعض الدول إلى منع تناول المحار في بعض اوقات السنة بسبب المد الأحمر التي يحصل جراء الازدهار الطحلبي. كذلك يسبب الازدهار الطحلبي في الأجسام المائية منع نفاذ ضوء الشمس عن النباتات والحياة المائية وتحدد من نموها. وعند موت الطحالب فان البكتريا التي تقتات على هذه الطحالب يمكنها استنفاد مستويات الاوكسجين في الماء وتهدد الحياة المائية. ومن ابرز المشاكل التي تنجم عن الازدهار الطحلبي ما يعرف بظاهرة الإثراء الغذائي.وهذه الظاهرة تحصل طبيعيا عند استلام الجسم المائي لمدخلاته من المغذيات والتي تكون في الغالب نترات وفوسفات من جراء التعرية وعمليات الصرف. وتحدث هذه الظاهرة ببطيء وقد تستغرق ملايين السنين إلا أن النشاطات البشرية تعمل على تعجيل حصول الظاهرة مما ينجم عنها مشاكل كبيرة وخطيرة. ومن الأمثلة على خطورة هذه الظاهرة أنها عملت على تقليل عمر بحيرة ايري من 15000 سنة تقريبا إلى 25 سنة فقط وقد حصل هذا في الفترة الممتدة بين 1950 و1975 وسوف نشرح بشيء من التفصيل آثار هذه الظاهرة ومردوداتها السلبية الخطيرة إلى المياه وصحة الإنسان.

ثانياً: الكائنات الممرضة/ المُمرِضات:

إن مصدر هذه الممرضات الفضلات الآدمية المطروحة مباشرة إلى المسطحات المائية.وقد تصل هذه الفضلات إلى إمدادات المياه عن طريق صرف الأمطار او ترشح /ارتشاح العصارة من مواقع الطمر الصحي او من المناطق الزراعية التي تستخدم الفضلات غير المعالجة لري المحاصيل. وحيث أن من الصعوبة التحسس بهذه الممرضات مختبريا، لذلك تستخدم بكتريا الكوليفورم كمؤشر او دليل على تواجدها في المياه. تسبب هذه الممرضات العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان كالتيفوئيد والكوليرا والإسهال والتهاب الكبد الفيروسي وغيرها. من جهة أخرى فان المياه الجوفية تكون معرضة هي أيضا إلى التلوث بهذه الممرضات عن طريق خزانات التعفين والبالوعات ومن فضلات الحيوانات التي تعيش قرب الآبار المائية.

ثالثاً: الحرارة أو التلوث الحراري:

يمكن أن يكون التلوث الناتج عن الحرارة خطيرا جدا إلى حد القتل. إذ أن هناك علاقة مهمة بين مقدار الاوكسجين المذاب في المياه وبين درجة الحرارة، وهذه العلاقة عكسية أي كلما كان الماء دافئا كلما قل محتواه من الاوكسجين. قد يكون التلوث الحراري طبيعيا كما في حال الينابيع الحارة او البرك الضحلة او قد يكون هذا التلوث من صنع الإنسان عندما يتم استخدام المياه لتبريد محطات الطاقة او في بعض العمليات الصناعية ويعود هذا الماء إلى الجداول والأنهار. يؤثر تناقص مقدار الاوكسجين الذائب في الماء على التأثير على الحياة المائية مثل بعض أنواع الأسماك إذ تحتاج هذه الكائنات إلى المياه الباردة والى مستويات عالية من الاوكسجين، وبانخفاض مستوى الاوكسجين ينخفض التنوع الحيوي للأسماك الضرورية لضمان غذاء وصحة الإنسان.

رابعاً: الرواسب (الرسوبيات):

يقصد بها المواد التي تحملها الرياح والمياه الجارية إلى البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار والأودية.

تزيد الرسوبيات من عكارة المياه التي تحد من نفاذ كمية الضوء الضروري للنباتات المائية ولنموها، كما تساهم في رفع درجة حرارة المياه.

وتعد الرواسب واحدة من ملوثات المياه الخطيرة. فالمياه في أمريكا مثلا تستلم بحدود (1) بليون طن من الرواسب سنويا. وتبلغ نفقات الحكومة الأمريكية على هذا النوع من التلوث يوميا ما يقرب من (1) مليون دولار. تكون الرواسب معدنية او مواد صلبة عضوية تنجرف بالصرف او تجرفها الرياح إلى الأرض والمياه. وعلى هذا الأساس فان الرواسب تعد بمثابة مصادر للتلوث بنوعيه المحددة وغير المحددة. تنتج الرواسب من عمليات البناء وحرث المحاصيل والفيضانات وصرف الشوارع ومناطق وقوف السيارات وغيرها.ورغم خطورة الرواسب كملوثات إلا أن الخطر منها يزداد كونها تنقل ملوثات خطيرة أخرى كالعناصر الثقيلة والمواد الكيميائية والسامة معها. فمن بين التأثيرات التي تسببها الرواسب ما يأتي:

1- انسداد مصادر منظومات المياه: فالبحيرات والخزانات تستلم كميات هائلة من هذه الرواسب إلى درجة تهدد بامتلاء هذه المسطحات المائية في بعض البلدان.
2- تعمل الرواسب على جعل البحيرات العميقة بحيرات ضحلة
3- تغطي الرواسب قعر البحيرات والأنهار مما يعرض الحياة المائية للخطر كأن تؤثر على مواقع بيض الأسماك او يسد خياشيم هذه الكائنات، وسينعكس هذا حتما بالسلسلة الغذائية ويخل بها فضلا عن الأضرار التي تلحق بالمنظومة البيئية ككل.

4- تعمل الرواسب على حصول العديد من المشاكل حتى قبل ترسبها. فهذه المواد تكون في حالة عالقة تعمل على جعل الماء ضبابيا او عكرا وهذه الحالة الأخيرة تضر بالناحية الجمالية للمسطح المائي وتلحق أضرارا بالنشاطات السياحية المختلفة.

5- تسبب الرواسب مشاكل التلوث الحراري، فهي كما معروف تعمل على اسوداد الماء مما يسمح له بامتصاص أشعة حرارية اكثر وهذه الأخيرة تزيد من درجة حرارة النهر او البحيرة ويؤثر على الحياة المائية. وبنفس الوقت فان الرواسب تمنع نفاذ الضوء من الوصول إلى الحياة المائية وتثبط من نمو هذه الأنواع، كما تعمل الرواسب على خفض مستويات الاوكسجين المذاب وبالتالي هلاك الحياة في المسطح وتحللها ويفقد المسطح المائي قدرته على تفكيك وتحليل الفضلات.

خامساً: الملوثات الكيميائية:

هذا النوع من التلوث من صنع الإنسان. فالعديد من الدول تعتمد على آلاف المواد الكيميائية العضوية واللاعضوية في الصناعة والزراعة وفي الخدمات المختلفة فضلا عن ان هذه المواد لها فوائد ومزايا ولا يزال العالم يستنبط ويطور العديد من المركبات الكيميائية لغرض تحسين العمليات الحالية. ولكن مع زيادة المواد الكيميائية الجديدة تزداد حدة مشاكل التلوث الناجمة. فالمواد المستخدمة بشكل سيئ والطرح المباشر لها في المسطحات المائية قد يسبب حصول تفاعلات سمية وذات تأثيرات بعيدة المدى فضلا عن التأثيرات والمشاكل الصحية على مستوى العالم. ينتج التلوث الكيميائي والسمي من المصادر المحددة مثل التصرفات الصناعية ومن حوادث النقل كانسكاب النفط وقد تأتي من مصادر غير محددة أيضا مثل الصرف من المناطق الحضرية والريفية والانتقال بالغلاف الجوي. تعمل سطوح الطرق الصلبة ومناطق وقوف السيارات على تجميع المواد السامة مثل الرصاص والكادميوم من الإطارات وهذه المواد تغسل وتنجرف إلى الجداول

والأنهار خلال مواسم المطر وتعمل على حصول تأثيرات سمية بعيدة المدى جراء تراكمها في الكائنات الحية. وفي السبعينات من القرن الماضي عانى العديد من البشر من مشاكل صحية جراء تناول اسماك التونة واسماك (أبو سيف) والتي احتوت على مستويات عالية من الزئبق. من جهتها فان الأراضي الزراعية تساهم في هذه المشاكل من خلال المبيدات الحاوية على مركبات سامة والمستخدمة لتحسين نوعية المحاصيل وزيادة الإنتاج. صحيح أن هذه المركبات - عند استخدامها بشكل صحيح وعقلاني- قد قضت على المجاعة في العديد من البلدان، إلا أن الاستخدام السيئ لها يمكن ان يولد مشاكل تلوث خطيرة إذ أن صرف الأراضي الزراعية يصرف معه كميات كبيرة من المواد السامة إلى المسطحات المائية فضلا عن تلويث المياه الجوفية. هناك مصدر آخر لهذه الكيميائيات السامة وهو الاستخدامات البشرية لها.فالمواد الكيميائية تستخدم على نطاق واسع في الدور والمنازل مثل المنظفات والمذيبات والأصباغ والمبيدات وزيوت السيارات وغيرها وهذه المواد قد تجد طريقها إلى المجاري ومن ثم إلى المسطحات المائية فتؤدي إلى تلوثها.وللوقوف على خطورة هذه المواد يكفي القول أن جالونا واحدا من زيت السيارات بإمكانه تلويث حجم هائل من المياه.

سادساً: التلوث الإشعاعي:

يمكن أن يكون هذا النوع من التلوث طبيعيا أو من صنع الإنسان. تنتج الملوثات من المعامل والمستشفيات ومن مناجم اليورانيوم أو قد تصدر من نظائر مشعة تحدث طبيعيا في الماء مثل الرادون. يتراكم الإشعاع في الجسم ويكون الأطفال اكثر عرضة وحساسية للتأثيرات الصادرة عن هذا الإشعاع. يسبب الإشعاع الإصابة بالسرطان وعند حصوله بمستويات عالية يؤدي إلى الوفاة.

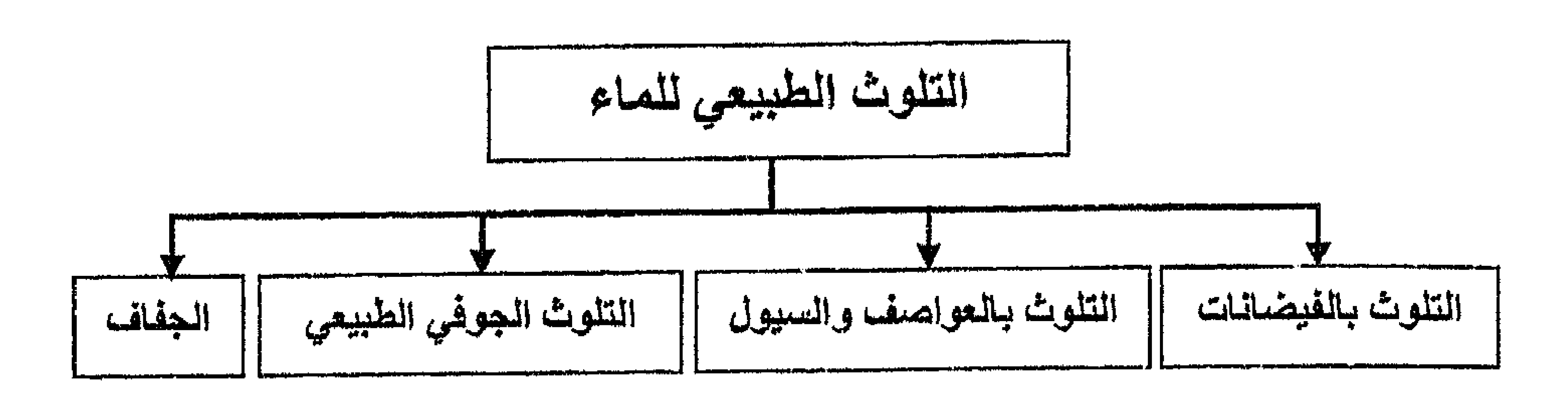
سابعاً: تلوث المياه طبيعيا (بالكوارث الطبيعية):

قد يحصل تلوث المياه جراء حوادث طبيعية، فالعواصف يمكن ان تولد كميات هائلة من الصرف الذي ينقل الملوثات المختلفة إلى مصادر المياه. كما أن الحرائق تدمر الغطاء النباتي وتسبب التلوث بالرواسب. من جهتها فان الزلازل يمكن أن تعمل على إلحاق الضرر بشبكات الماء والمجاري وقد تعمل على تغيير اتجاه مجرى الجريان في الأنهار.

وايضا الجفاف والسيول يعدان من اخطر الملوثات الطبيعية للبيئة المائية فينجم عن الجفاف drought وما يترتب عليه من مجاعات وقوع حوالي نصف ضحايا الكوارث الطبيعية وتنجم الوفيات المرتبطة بالجفاف، بصفة أساسية، عن نقص الغذاء وتفاقم سوء التغذية الموجود أصلاً، إلا أن الوفيات قد تحدث أيضاً من جرّاء تضافر الكرب الحراري والجفاف dehydration. وتشمل آثار الجفاف الأخرى زيادة الوقت الذي يُصرَف في سبيل الحصول على المياه، وزيادة تكلفة الضخ نتيجةً لانخفاض مستوى الوِفاض aquifer والتدهور الشامل في جودة المياه. كما يؤثِّر الجفاف تأثيراً كبيراً على انتقال الأمراض الـمُعْدِية بسبب تناقص المياه المتوافرة للشرب والتصحُّح الشخصي. وقد يرتفع معدل الإصابة بالتراخوما (الحَثَر) والجرب، كما تزيد احتمالات شرب المياه غير المأمونة. وتشمل الآثار الصحية الممكنة الأخرى زيادة خطر الإصابة بالملاريا وزيادة احتمالات حدوث حرائق الغابات.

وتشمل الآثار المبكرة للسيول الوفاة بسبب الغرق والحوادث مثل السقوط، والصدمات الكهربائية (الصعق)، والانهيارات الأرضية. فقد يفقد الناس مساكنهم كما يفقدون مصادر الغذاء ومياه الشرب. وفي البلدان الدافئة يمكن أن توفِّر مياه الفيضانات ظروفاً مثالية لتوالُد البعوض، وتزيد من خطر الإصابة بأمراض مثل حمى الضنك، والملاريا، وحمى الوادي المتصدِّع. كما أنها تؤدي إلى نزوح أعداد هائلة من القوارض التي قد تسبِّب تفشِّي داء البريميات leptospirosis وعدوى

فَيْروس هانتا Hantavirus بين البشر. وإضافةً إلى ذلك، فإن الضائقة النفسية الناتجة عن التعرُّض للسيول قد تستمر مدة طويلة بعد انحسار مياه السيول. ويبين والشكل التالي أهم مصادر التلوث الطبيعي للماء.



3-4. انتقال ودخول ومسار الملوثات في الاجسام المائية ودورات التلوث

عند دخول الملوثات المجري او الجسم المائي فانها قد تتحرك وتأخذ مسارات عديدة داخل المجري المائي وتتفاعل داخل البيئة المائية نفسها، وحركة ومسارالملوثات يتحكم بعا كثير من العوامل منها ما يرجع لطبيعة الملوث نفسه ومنها ما يرجع لخصائص البيئة المائية الموجود بها هذا الملوث. وبما ان البيئة المائية تتفاعل وتتبادل المواد مع كل من البيئة الارضية والهواء فان حركة الملوثات ومسارها يتأثرات بهذا التفاعل بدرجات وصور مختلفة.

وعموماً فالملوثات يمكنها الدخول للاجسام المائية بالطرق الاتية:

1. الصرف المباشر لمياه التدفقات البلدية والصناعية ومخلفات الانشطة البشرية (في صور الانبعاثات ومياه الاستحمام ومياه غسيل الملابس).
2. الجريان الطبيعي والمنظم من البيئة المحيطة.
3. التسرب الي الماء الجوفية والسطحية.
4. تدفقات الفيضانات النهرية.
5. التفاعلات والانتقال خلال التدخل بين الهواء والماء مثل الامطار.
6. التفاعلات والانتقال خلال التدخل بين الماء والترسيبات الارضية.

بالاضافة الي الصرف المباشر للملوثات فان انتقال الملوثات من سطح الارض الي الاجسام المائية ياخذ طريقه عن طريق جريان الماء السطحي والذي يلتقط الملوثات من التربة ويوصلها الي المياه المستقبلة.

والملوثات بعد دخولها الي النظم المائية تتحرك داخل هذه المجاري المائية ويعاد توزيعها وانتشارها خلال كل من الماء والحياه البيولوجية والترسيبات الارضية في قاع الماء. وسوف يتم دراسة بعض العوامل المؤثرة علي. انتقال ودخول ومسار الملوثات في الاجسام المائية.

3-4-1. انتقال الملوثات من الارض للمياه الجوفية

هناك ثلاثة ظواهر هامة تصف حركة الملوثات من الارض للمياه الجوفية وهي:

أ- التسرب **Infiltration**

يقصد بالتسرب السريان الرأسي للماء من سطح التربة الي الطبقات التحتية، ويعبر عن ذلك بمعدل التسرب الذي يبين السرعة التي يتحرك بها الماء من سطح الارض الى طبقات التربة، ويقاس بعمق الماء المتسرب في وحدة زمنية.

ويزيد تسرب كميات من المياه خلال الطبقات الأرضية المنفذة منها للمياه او تلك، التي تزيد بها الشقوق والفوالق الأرضية، ومن ثم تصبح هذه المياه المفقودة مياها جوفية، وقد تظهر على سطح الأرض مرة ثانية على شكل ينابيع.

ويعتمد معدل التسرب على عدة عوامل ابرزها:

1. الخواص الفيزيائية للتربة من حيث نفاذيتها وحجم حبيباتها ونسبة المحتوي المائي منها. حيث ان معدل التسرب يقل في التربة المصمتة والتربة الطينية القليلة المسامية. ويكون التسرب عاليا في التربة الرملية المسامية والتي لها مسام كبيرة تسمح بنفاذ الماء منها.
2. الغطاء النباتي علي سطح الارض.
3. الميول الارضية.

4. اختلاف فصول السنة

ويقاس معدل التسرب باجهزة خاصة تتناسب مع الماء والتربة، الا ان تحليل المنحنيات المائية او ما يسمي بالهيدروجراف هي الاكثر استخداما لقربهما من الظروف الحقيقة. وتحتوي المنحنيات المائية علي بيانات عن تساقط المطر وما ينتج عنه من جريان سطحي.

ومع تسرب الماء فان الاملاح الذائبة والمغذيات والملوثات تصل الي التربة ومنها قد يحدث تلوث للمياه الجوفية والسطحية بواسطة التخلل percolation.

ب- التخلل Percolation

والمقصود به هو حركة الماء خلال عمود (طبقات) التربة , وهذا امر هام فمن خلاله يتم شحن المياه الجوفية بالماء. وهوايضا يتأثر بطبيعة التربة فالتربة الرملية يتخللها الماء بصورة اكبر واسرع من التربة الطينية. ونتح وتبخر الماء ونمو النباتات يقللان من عملية التخلل باطلاق رطوبة التربة الي الهواء الجوي. وقوة التخلل تزيل الاملاح والمغذيات من التربة وتنقلها الي المياه الجوفية.

ج- الارتشاح Leaching

والمقصود به هو انتقال المواد المذابة من المواد الصلبة الي السوائل. ويمكن اعتبار الارتشاح هو عكس عملية الامتزاز. وعن طريق الارتشاح فان المواد الذائبة تزال من التربة بماء التخلل , ومن ثم فان مع التسرب والتخلل فان المواد الذائبة والمغذيات والملوثات تتسرب هاربة من التربة وتصل للمياه الجوفية مسببة لها العسر والتلوث. ومعدل ارتشاح مكونات التربة تكون علي الترتيب التالي:

الكالسيوم، الماغنيسيوم، الكبريت، البوتاسيوم، النتروجين، الفسفور

وهذا يدل على ان الفسفور هو اكثر العناصر ارتباطا بجسيمات ودقائق التربة والكالسيوم هو اكثر العناصر تحررا من التربة.

ونتيجة لما سبق فقد وجد ان المياه الجوفية في كثير من المناطق قد اصابها التلوث من جراء الارتشاح. قد وجد ان. التلوث بمياه الصرف الصحي (المخلفات السائلة للانسان) تزيد من تركيزات النتروجين والفسفور بالمياه الجوفية بالاضافة الي المواد الضارة والبكتريا.

كما ان الانشطة الزراعية بما ينتج عنها من مخلفات زراعية وحيوانية تزيد من تلوث المياه بالنترات وذلك للاستخدام المفرط للاسمدة النتروجينية الصناعية. وتعد المناجم من اشهر ملوثات المياه الجوفية فمناجم الحديد والبيريت ومناجم التعدين المختلفة تخفض من قيمة الرقم الهيدروجيني للمياه الجوفية وتزيد من تركيزات الحديد والعناصر المعدنية للمياه المستقبلة مما يجعلها غير صالحة للاستعمال.

3-4-2.انتقال الملوثات من الارض للمياه السطحية

تنتقل للملوثات من الارض الي الانهار والبحيرات عن طريق الجريان السطحي للمياه والذي يعد من اكبر طرق انتقال الملوثات.

فعندما يسقط المطر علي منطقة معينة فان جزء منه يجري علي سطح الارض نتيجة تشبع التربة وعدم قدرتها علي امتصاص المياه. ويبدأ الجريان السطحي من فترة سقوط المطر وحتي يصب في المجري المائي او انابيب التصريف.

وبمعرفة مساحة مقطع المجري ومتوسط سرعة المياه فيه ,يمكن تحديد كمية المياه المتدفقة خلاله في وحدة زمنية وذلك وفق المعادلة الاتية:

$$Q = V/A$$

حيث:

Q = تدفق المياه في المجري المائي

V = متوسط سرعة الماء

A = مساحة مقطع المجري

وجريان الماء يلتقط معه كثير من المواد الذائبة وغير الذائبة من التربة وينقلها الي مجاري المياه , ومع جريان المياه قد ينتقل جزء من التربة نفسها وتترسب هذه الاجزاء داخل الماء مسببة زيادة الطمي داخله (ما يعرف بانجراف التربة المائي) وتزيد كمية العناصر المفقودة من التربة بسبب الانجراف المائي اضعاف كثيرة عن الكميات التي تزال بفعل المحاصيل المزروعة او بصورة طبيعية.

وعموما التربة الطينية والتربة المكسوة بالنباتات والمزروعات تكون اقل تأثرا بالانجراف المائي.

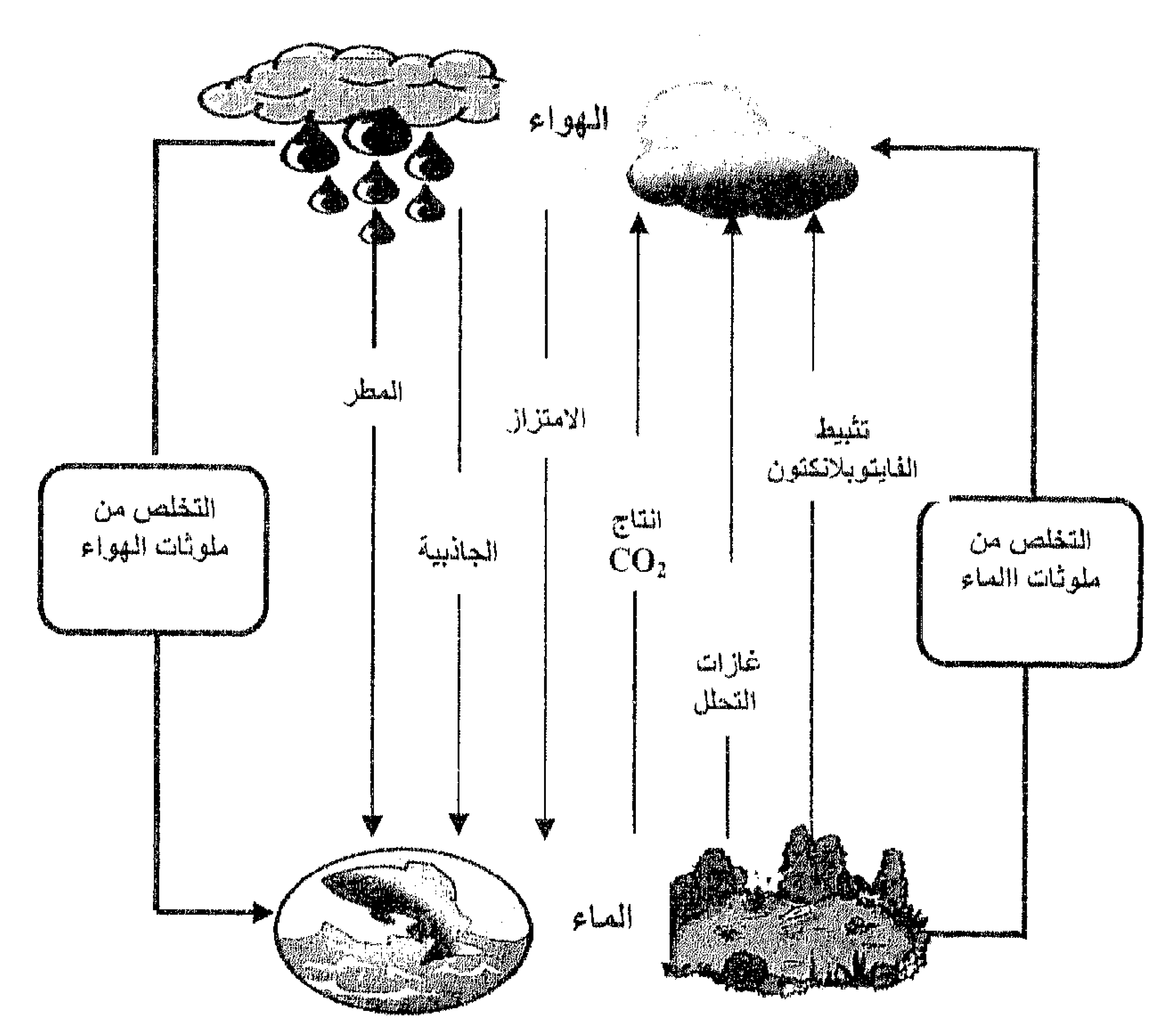
3-4-3. دورات التلوث بين الانظمة البيئية

انواع مختلفة من التلوث البيئي مثل تلوث الماء والهواء والتربة تتفاعل مع بعضها البعض ويتم تبادل الملوثات فيما بينها من خلال عمليات عديدة مختلفة. فحركة الملوثات عبر مكونات البيئة تسمي دورات التلوث. ومن ثم فهناك دورات تلوث بين الهواء والماء وبين الماء والتربة. ودراسة هذه الدورات تعطي فهم للعلاقة بين مكونات البيئة وتأثير الملوثات علي هذه الملوثات ومن ثم تعطينا فكرة جيدة عن تلوث البيئة المائية ومظاهر هذا التلوث وخصائصه وكيفية التحكم به.

3-4-3-1. دورة التلوث بين الماء والهواء

يحتوي المتر المكعب من الهواء فوق المحيطات على بليون جسيم، بينما يضم المتر المكعب من الهواء فوق المدن الكبرى حوالي 100 بليون جسيم. ونظرًا لقلة الهباء الجوي في طبقات الجو العليا فإن الهواء عادة ما يكون أكثر نقاء.

دورة وانتقال الملوثات بين الماء والهواء يبينه الشكل التالي والذي يصف حركة الملوثات الهوائية والمائية في الطبيعة.



مخطط دورة التلوث بين الماء والهواء

هناك العديد من الغازات الموجودة في الهواء مثل اكاسيد الكبريت والنتروجين والتي تذوب في ماء المطر وتصل الي الارض مع سقوط هذا المطر الي الارض ومن ثم قد تصل الي المجاري المائية بعد ذلك.

والمطر عند سقوطه قد يأخذ معه كثير من الجسيمات الهوائية العالقة عن طريق جعل هذه الجسيمات نويات تتجمع عليها قطرات المطر , ولذا فان المطر في المناطق الصناعية وفي المدن يجلب معه ملوثات الهواء الجوي المحيط وينقلها عند سقوطه الي الارض ثم الي المسطحات المائية. ومن الامثلة الشائعة لذلك تكون المطر الحمضي فرذاذ حمض الكبريت، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقين في الهواء الساكن، ويظهران على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فانهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي، هذا وتشترك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في

تكوين الأمطار الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والاشعة فوق البنفسجية الى حمض النيتروجين. ويبقى هذا الحمض معلقا في الهواء الساكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حمض الكبريت مكونا الأمطار الحمضية.

ومن الامثلة الاخري الامونيا والفلوريد المتصاعد من مصانع الاسمدة. والمواد المغذية مثل النتروجين والفسفور والكبريت تجد طريقها للماء عن طريق سقوطها من الهواء الي المسطحات المائية مباشرة فقد دلت الدراسات ان كثير من البحيرات تستمد 80% من النتروجين و21% من الفسفور من مصادر هوائية.

كما يساهم الترسيب الجاف في تكون الامطار الحمضية فالغازات الحمضية والجسيمات فى الغلاف الجوى تصل للأرض من خلال هذه الرواسب الجافة. ثم تقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات الحمضية والغازات وترسيبها على المبانى والسيارات والمنازل والأشجار وبعدها تأتى الأمطار لتغسل هذه الأسطح من أية غازات أو جسيمات تعلق عليها بفعل الرياح، ومن هنا تتحول الأمطار إلى أمطار حمضية بدرجة اكبر من التى تكون عليها الأمطار عندما تتساقط فى البداية بدون أية مؤثرات خارجية.

وعلى العكس فقد تنتقل ملوثات الماء الي الهواء عبر العديد من العمليات الطبيعية والكيميائية، فغاز اول اكسيد الكربون الذي ينتج في المحيطات قد يجد طريقه الي الهواء الجوي بالانتشار وهذا الانتشار يتم بدرجة بطيئة وبكميات قليلة الا انه قد وجد ان سطح المحيطات في بعض المناطق يكون مشبعا بغاز اول اكسيد الكربون.

وعموما ميكانيكية انتاج غاز اول اكسيد الكربون من المحيطات مازالت غير مكتملة الفهم وتحتاج الي كثير من الابحاث والدراسات، الا ان العلماء يعتقدون ان هذا الانتاج يتم بصورة طبيعية وليس ناجما عن التلوث.

املاح البحار والمحيطات والتي تنتشر في الهواء بفعل الرياح والعواصف وتلك التي تحملها المخفضات والجبهات الجوية وتيارات الحمل الحرارية.

وهذه الاملاح المنتقلة بفعل الرياح من المحيطات الي الهواء تترسب فوق الاسطح المختلفة علي الارض وقد تدخل في اجسام كثير من الكائنات الحية من خلال هواء الشهيق وتؤثر هذه الاملاح علي المباني والمنشأت مسببة التأكل والصدا للمباني المعدنية.

تلوث المياه بالمواد العضوية والنمو البيولوجي الكثيف المفرط يؤديان الي زيادة الظروف اللاهوائية وتحت هذه الظروف فان معدل تحلل المواد العضوية سيزيد منتجا العديد من النواتج الغازية مثل كبريتيد الهيدروجين والامونيا والميثان والتي تتميز برائحتها الكريهة، وهذه الغازات قد تتحرر من الماء منطلقة الي الهواء مسببة تلوثه.

فبعض هذه الغازات مثل كبريتيد الهيدروجين قد يتأكسد في الهواء محولا الي حمض الكبريتيك الذي يعمل علي تأكل المنشأت المعدنية والمواسير. والامونيا عند ملاسيتها لبعض المواد تزيل بعض الالوان منها مسببة ضررا.

وبصورة اخري فان تلوث الماء بالمبيدات والمواد السامة خاصة في المحيطات يؤثر علي كائنات الفايتوبلانكتون وهذها التأثير يسبب لنخفاض قدرتها علي التمثيل الضوئي والذي سيسبب بدوره تراكم غاز ثاني اكسيد الكربون داخل المحيطات مدمرا التوازن الطبيعي لهذا الغاز بين المحيطات والهواء وبالتالي يتراكم غاز ثاني اكسيد الكربون اكثر في الغلاف الجوي مما يزيد من ارتفاع درجة الحرارة نتيجة الاحتباس الحراري.

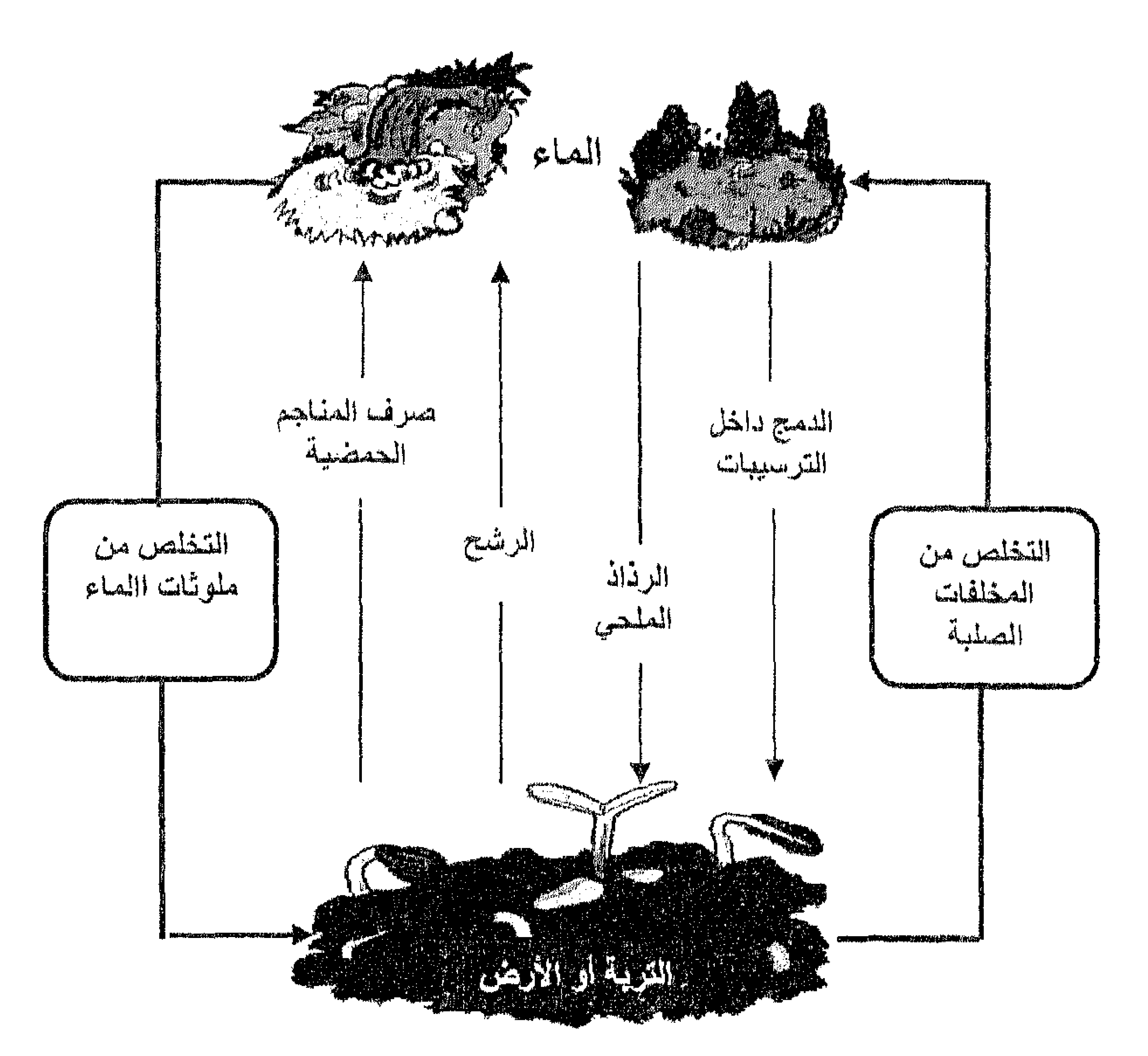
3-4-3-2. دورة التلوث بين الماء والارض

دورة وانتقال الملوثات بين الماء والارض يبينه الشكل التالي والذي يصف حركة الملوثات المائية والارضية في الطبيعة.

التلوث بين الارض والماء يتضح جليا في انتقال الملوثات من التربة الي المياه الجوفية خلال عمليات التسرب والارتشاح والتخلل. ووصول الملوثات المائية الي الارض قد تم توضيحه من خلال انتقال هذه الملوثات من الماء الي الهواء ثم الي الارض والتربة

كما في حالة الرذاذ الملحي، وتنتقل الملوثات من الارض الي الماء بصورة اخري عند صرف المخلفات الصلبة من الارض الي الماء كالقاء المخلفات الصلبة الصناعية في البحار والمحيطات كوسيلة للتخلص منها.

وهناك صورة اخري لانتقال المواد بين الماء والارض فغاز ثاني اكسيد الكربون والبيكربونات قد يتحولا داخل المحيطات الي الكربونات والتي تترسب في قاع المحيطات في صورة ترسيبات كلسية من كربونات الكالسيوم.



مخطط لدورة التلوث بين الماء والأرض

3-5. حركة ومسار الملوثات في البيئة المائية

هناك ثلاث مسارت تأخذها الملوثات عادة في البيئة المائية هي:

◊ الانتقال

◊ التخفيف والانتشار

◊ التركيز

الانتقال:

ويتم عن طريق:

* الكائنات المهاجرة خلا هجرتها عبر البيئات المائية حاملة معها الملوثات داخل او على اسطح اجسامها.

* او عن طريق الامواج والتيارت المائية والتي تنقل الملوثات بصورة اسرع من منطقة لاخري ويتضح ذلك في حالة التلوث البحري بالنفط من انتقال بقع الزيت ومكوناتها خلال مساحات كبيرة في البيئة المائية.

ويعتمد الانتقال بفعل الامواج والتيارت المائية علي عدة عوامل من اهمها:

- طبيعة الامواج وشدتها
- الرياح والتيارات البحرية
- المد والجزر

فمثلا درجة التخفيف للملوثاث تختلف من البحار الى المحيطات، لاختلاف هذه العوامل من البحر للمحيط، حيث ان التخفيف في المحيطات يكون اكثر وبالتالي تقل تركيز الملوثات بسرعة وتنتشر في مساحات كبيرة مما يؤدي الي تخفيفها اكثر واكثر.

التخفيف والانتشار:

ويتم عن طريق:

- الامواج والتيارت المائية والتي تنشر الملوثات علي مساحات كبيرة مسببة تخفيفها.

ويعتمد التخفيف علي المكان الذي القيت فيه الملوثات ,فمثلا قد وجد ان درجة التخفيف للملوثاث تختلف من البحار الي المحيطات، لاختلاف خصائص وطبيعة كل من البحر والمحيط , حيث ان التخفيف في المحيطات يكون اكثر وبالتالي تقل تركيز الملوثات بسرعة لانتشار الملوثات في كميات هائلة من المياه في المحيطات التي تتصل بيعضها البعض مكونة مسطحا مائيا هائلا يمثل اكثر من 50% من جملة المياه المالحة بالعالم.

- الخلط العنيف والاضطراب

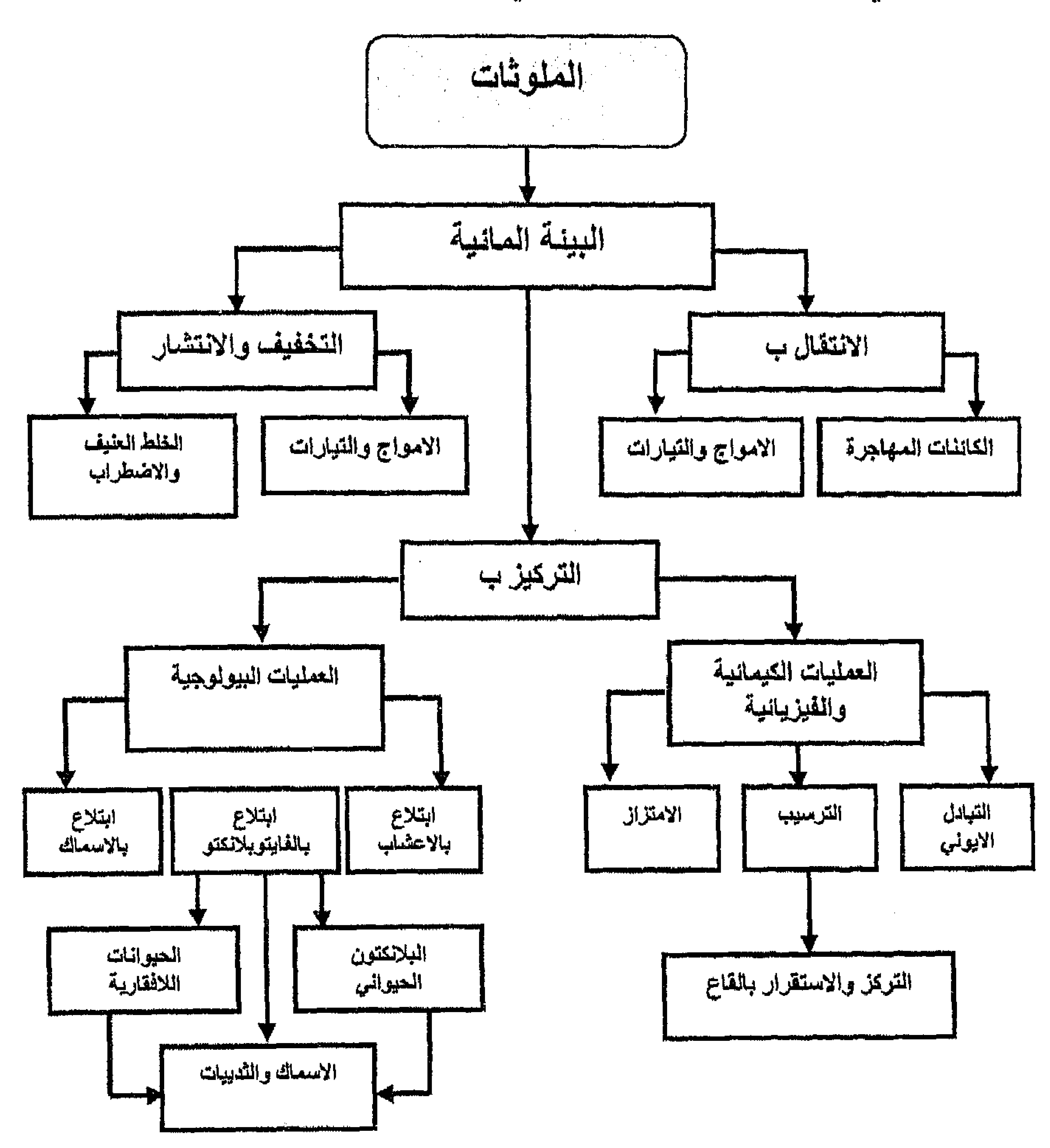
وهو يتباين ايضا بين البحار والمحيطات فاضطراب الامواج يكون اكثر عنفا في المحيطات المفتوحة عنه في البحار المغلقة.

تركيز الملوثات:

ويحدث تركيز للملوثات عن طريق:

- العمليات الفيزيائية والكيميائية مثل التبادل الايوني والترسيب والامتزازوالامتصاص.

- العمليات البيولوجية مثل تناول كل من الاعشـــاب والفـــايتوبلانكتون والاســـماك والثدييات للملوثات وتركيزها داخل اجسادها وانتقالها من كـــائن لاخـــر عبـــر السلسة الغذائية. وقد دلت الدراسات والاختبارات ان تركيز الملوثات في اجسام الكائنات الحية يكون اكثر من الماء المحيط بهذه الكائنات وقد يصل لاكثر مـــن عشرين ضعفا بالنسبة لبعض الملوثات السامة كالمبيدات والعناصر الثقيلة. ويبين الشكل التالي حركة ومسار الملوثات في البيئة المائية



حركة ومسار الملوثات في البيئة المائية

3-6. مصادر وصور تلوث المياه

تتلوث المياه من عدة مصادر (عناصر التلوث) من أهمها:

- المخلفات الصناعية السائلة والصلبة.
- استعمال الأسمدة الكيماوية ومخصبات التربة في الزراعة.
- المبيدات الحشرية والمواد الكيماوية.
- استعمال المنظفات الكيماوية.
- المخلفات الصلبة والقمامة والنفايات المنزلية.
- تصريف المياه العادمة ومياه الصرف الصحي والصرف الصناعي الى البحار والأنهار والسدود.
- التسرب النفطي و زيوت الآليات المستعملة عن طريق حوادث السفن وناقلات البترول.
- التلوث الحراري: ارتفاع حرارة المياه بسبب استخدامها في تبريد محطات إنتاج الطاقة.
- المخلفات الصناعية مثل الاسبستوس والمعادن الثقيلة.
- مخلفات المفاعلات النووية وهي مواد مشعة يدوم تأثيرها لفترة طويلة جدا
- الفضلات الصلبة المخلفة من وراء النشاطات البشرية مثل المخلفات الحيوانية وبقايا المجازر والسلخانات.
- الآبار السوداء.
- الاستغلال الجائر واستنزاف المياه الجوفية أدى إلى تداخل مياه البحر.
- الحرائق والحروب.

انواع تلوث الماء:

ونظرا لكثرة مصادر التلوث، التي تصيب البيئة المائية، ففكر العلماء انه يمكن تقسيم انواع التلوث إلى أربعة أقسام هي:

التلوث الفيزيائي.

التلوث الكيميائي.

التلوث البيولوجي.

التلوث الإشعاعي.

التلوث الفيزيائي:

والمقصود به التلوث الناتج بالعوامل والعناصر الفيزيائية التي تعد ملوثات للماء، وينتج عن تغيير الخواص الفيزيائية وتغيرالمواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أوغير عضوي.

ومن أهم أشكال التلوث الفيزيائي التلوث الحراري والتلوث بالنفايات الصلبة.

التلوث الكيميائي:

وينتج هذا التلوث غالبا من صنع الأنسان , وتعد المركبات والمواد الكيميائية الصناعية من اهم اسباب هذا التلوث. . فالمواد الكيميائية تستخدم على نطاق واسع في الدور والمنازل مثل المنظفات والمذيبات والأصباغ والمبيدات وزيوت السيارات وغيرها وهذه المواد قد تجد طريقها إلى المجاري ومن ثم إلى المسطحات المائية فتؤدي إلى تلوثها.وللوقوف على خطورة هذه المواد يكفي القول أن جالونا واحدا من زيت السيارات بإمكانه تلويث حجم هائل من المياه.

ينتج التلوث الكيميائي والسمي ايضا من المصادر المحددة مثل التصرفات الصناعية ومن حوادث النقل كانسكاب النفط وقد تأتى من مصادر غير محددة أيضا مثل الصرف من المناطق الحضرية والريفية والانتقال بالغلاف الجوي. تعمل سطوح الطرق الصلبة ومناطق وقوف السيارات على تجميع المواد السامة مثل الرصاص والكادميوم من الإطارات وهذه المواد تغسل وتنجرف إلى الجداول والأنهار خلال مواسم المطر وتعمل على حصول تأثيرات سمية بعيدة المدى جراء تراكمها في الكائنات الحية.

الفصل الرابع

مصادر تلوث الموارد والانظمة المائية

4. مقدمة

4-1. مصادر وصور تلوث البحار والمحيطات

4-1-1. بيئة المحيطات والبحار

4-1-2. مكونات البيئة البحرية

4-1-2-1. العوامل المؤثرة على خصائص البيئة البحرية

4-1-3. صرف مياه المخلفات البلدية السائلة في البحار والمحيطات كاحد اخطر الملوثات البيئية

4-1-4. تأثير تلوث مياه البحار والمحيطات والسواحل والشواطئ على الأحياء والكائنات البحرية

4-2.التلوث البيئي لمياه الأمطار

4-3.التلوث البيئي للمياه الجوفية

4-4.التلوث البيئي للانهار والبحيرات العذبة

4-5.تلوث نهر النيل وفروعه كمثال لتلوث المياه العذبة

4 -5-1. تلوث نهر النيل

4-5-2. حماية نهر النيل من التلوث

4-5-3. التنقية الذاتية للمجاري المائية

الفصل الرابع

مصادر تلوث الموارد والأنظمة المائية

4. مقدمة

تتعدد مصادر وصور تلوث الموارد والانظمة المائية بالملوثات البيئية نتيجة الظروف الطبيعية ونتيجة الانشطة الانسانية , وتتمثل مصادر التلوث نتيجة الانشطة الانسانية في الاتي:

- الملوثات البيئية التي تصيب الموارد والانظمة المائية نتيجة الانشطة الصناعية.
- الملوثات البيئية التي تصيب الموارد والانظمة المائية نتيجة الانشطة الزراعية.
- الملوثات البيئية التي تصيب الموارد والانظمة المائية نتيجة الانشطة البلدية.
- الملوثات البيئية التي تصيب الموارد والانظمة المائية نتيجة الانشطة التجارية.
- الملوثات البيئية التي تصيب الموارد والانظمة المائية نتيجة الانشطة العسكرية.

4-1. مصادر وصور تلوث البحار والمحيطات

يُعد التلوث البحري أحد التأثيرات الهامة للنشاط البشري على المحيطات. وهو لا يقتصر على تلوث نفطي ناجم عن حوادث أو عمليات تنظيف صهاريج النفط او تفريغها بطريقة غير قانونية. بالرغم من فظاعة منظر البقع النفطية وتاثيرها على البيئة البحرية، الا ان اجمالي كميات النفط التي تشكل البقع ضئيلة مقارنة للملوثات الواردة من مصادر اخرى، وعلى الاخص مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة والصناعية، والمواد المتسربة من مكبات النفايات، ومياه الانسياب السطحي المدني والصناعي، والحوادث، وبقع النفط، والتفجيرات، وعمليات

التخلص من النفايات في البحار، وإنتاج النفط، والتعدين، ومبيدات الحشرات والمبيدات الزراعية، وموارد الحرارة المستهلكة، ونفايات المواد المشعة.

وتشير التقديرات الى ان مصادر التلوث من اليابسة مسئولة عن نحو 44 % من الملوثات التي تنتهي في البحر بينما تساهم المدخلات (التأثيرات) الجوية بنسبة تقدر بـ 33% من الملوثات. في المقابل يتحمل النقل البحري مسؤولية حوالى 12% من التلوث.

وتتفاوت تأثيرات التلوث كثيرا فقد يسفر تلوث المواد الغذائية الناشئ من قاذورات المجاري والزراعة عن ظهور "كتلاً" من الطحالب القبيحة التي قد تكون خطيرة في المياه الساحلية. وعندما تنفق هذه "الكتل" وتتحلل، تستهلك كامل الأكسجين الموجود في المياه. وادت هذه الظاهرة في بعض المناطق الى ظهور "بقع الموت الزاحفة" حيث تنخفض نسبة الأكسجين في المياه الى مستويات يستحيل معها استمرار الحياة البحرية. كما يسهم التلوث الصناعي في ظهور هذه البقع حيث تستهلك المواد الملقاة في المياه الأكسجين عند تحللها.

كذلك تقف عدة مصادر وراء التلوث الاشعاعي في البحر. فتجارب الاسلحة النووية ساهمت تاريخيا بذلك. كما تؤدي عمليات التشغيل العادية لمحطات الطاقة النووية الى تلويث البحر. ولكن الحيز الاكبر من التلوث المشع في المحيطات ينتج من مصانع معالجة الوقود النووي كمصنعي "لا هاغ" في فرنسا و"سيلافيلد" في بريطانيا. وادت هذه النفايات الى انتشار التلوث المشع في مناطق شاسعة تقطنها مختلف الأنواع البحرية، حيث أن المواد المشعة التي يتم البحث عنها لإعادة معالجتها يمكن اكتشافها في الطحالب البحرية الممتدة إلى "ساحل جرينلاند الغربي" وبطول ساحل النرويج.

قد تنطوي المخلفات الكيميائية الصناعية في المحيطات على عدد هائل من المواد المختلفة. فمن اصل 63 الف من الكيمياويات المعروفة في العالم، يشكل

ثلاثة الاف نوع 90% من اجمالي الانتاج. وتطرح في الاسواق سنويا ما قد يصل الى الف نوع جديد من المنتجات الكيميائية.

من بين كل هذه المنتجات الكيماوية يندرج نحو 4500 منتج كيماوي تحت فئة التصنيف الأكثر خطورة، وتعرف باسم "الملوثات العضوية الدائمة". هذه الملوثات تقاوم التحلل ولديها القدرة على التراكم في الأنسجة الحية فتؤدي الى خلل هرموني يسبب مشاكل تناسلية وسرطانية وويضرب جهاز المناعة ويعيق نمو الاطفال. هذه الملوثات العضوية قادرة على الانتقال في الهواء الى مسافات بعيدة عن مصدر انبعاثها. نتيجة لذلك،، فإن شعب الإسكيمو الذي يعيش في القطب الشمالي على مسافة شاسعة من مصادر هذه الملوثات يشكل احد اكثر الشعوب معاناة من التلوث بتلك المواد، نظرا الى انهم يعتمدون بشكل اساسي في تغذيتهم على الحيوانات البحرية الدسمة كالاسماك والفقمة.

تشتمل "الملوثات العضوية الدائمة" على مركبات الديوكسين شديدة السمية ومواد بي سي بي اضافة الى مجموعة من مبيدات الحشرات مثل دي دي تي ومادة "ديالدرين". ويعتقد ان هذه الكيميائية مسؤولة عن القصور التناسلي لدى بعض مجموعات الدببة القطبية.

4-1-1. بيئة المحيطات والبحار

وسوف نستعرض بيئة المحيطات والبحار باعتبارها اكبر وسط مائي يتعرض للتلوث، وهي مساحة مائية شاسعة تتميز بزيادة كبيرة في نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها عن نسبتها في المياه العذبة وتشمل كائنات حية وغير حية بينها علاقات تؤدي الى حالة الاتزان من خلال دورات المواد وتدفق الطاقة.

وتزخر البيئة البحرية بالعديد من الأحياء المائية التي ظل الأنسان يقتنص خيراتها طوال تاريخه. وهي تعد مصدراً متجدداً لكثير من المواد الغذائية والعناصر الكيماوية الهامة ومواد متنوعة الأستخدام كاللؤلؤ والمرجان والإسفنج والصدف إلي

جانب دورة الماء العذب بين الأرض والجو والأحياء. وتحفظ البحار الحرارة علي الأرض وتشعها علي اليابسة بفضل احتفاظ الماء بالحرارة وفقدها ببطء، مما يتيح ظروفاً مناسبة للحياة في مياهها وعلي أعماق مختلفة. كما تعمل البحار علي تلقي كل ما يسيل علي اليابسة من مركبات وملوثات وترشحها ليعود استخدامها في دورات جديدة بين الأحياء المختلفة. وتمد البحار جو الأرض بكمية كبيرة من الأكسجين خلال عملية البناء الضوئي للطحالب البحرية المنتشرة علي مياهها السطحية وللبحار دور كبير في الملاحة والسفر والتجارة الدولية، كما توفر شواطئها أماكن جيدة للترفيه والرياضة المائية.

وتبدأ الأحياء البحرية بسلسلة المنتجين وهي الطحالب البحرية والهائمات المجهرية النباتية التي تشكل قاعدة هرم الغذاء في البحر. .. ويليها عدة سلاسل من المستهلكين في شكل أوليات ويرقات أسماك وديدان صغيرة ثم أسماك أكبر فأكبر، مثل السردين والرنجة والسلامون ثم التونة والقرش ثم الحيتان المفترسة والأنسان يتغذي علي تلك الأسماك، ويمثل قمة هرم الغذاء في البحر. وتتوفر في البحر سلسلة من المحللين علي شكل بكتريا وفطريات تقوم بتحليل أجسام الأحياء الميتة أو الفضلات العضوية إلي عناصر غير عضوية تتاح من جديد للاستخدام في بناء أجسام الأشكال المنتجة بفضل طاقة الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء.

وتشكل المياه البحرية بيئة خصبة للأحياء المختلفة. . فهي تتفاوت في العمق من عشرات الأمتار في بعض البحار والخلجان الضحلة إلي أكثر من عشرة آلاف أمتار في بعض المحيطات. ومتوسط عمق البحار 3800 م وهي مأهولة بالأحياء بدرجات متفاوتة فتتوفر في الطبقات العليا وتقل مع زيادة العمق لظروفها الشديدة البرد والظلام وزيادة الضغط وندرة الغذاء.

4-1-2. مكونات البيئة البحرية الحية وغير الحية

تتكون البيئة البحرية للبحار والمحيطات من العديد من المكونات الحية وغير الحية، وهذه المكونات هي:

المكونات حية: وهي الكائنات الحية النباتية والحيوانية الموجودة في الميـــاه البحرية.

المكونات غير حية: وهي المكونات المتعلقة بالظروف الطبيعية والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتضاريسية لمياه البحر وتشمل:

- الضوء.
- الملوحة.
- الغازات.
- الاملاح المعدنية.
- الكثافة.
- التيارات.
- الضغط.
- تركيز ايون الهيدروجين.
- وطبيعة القاع أو المرتكز.

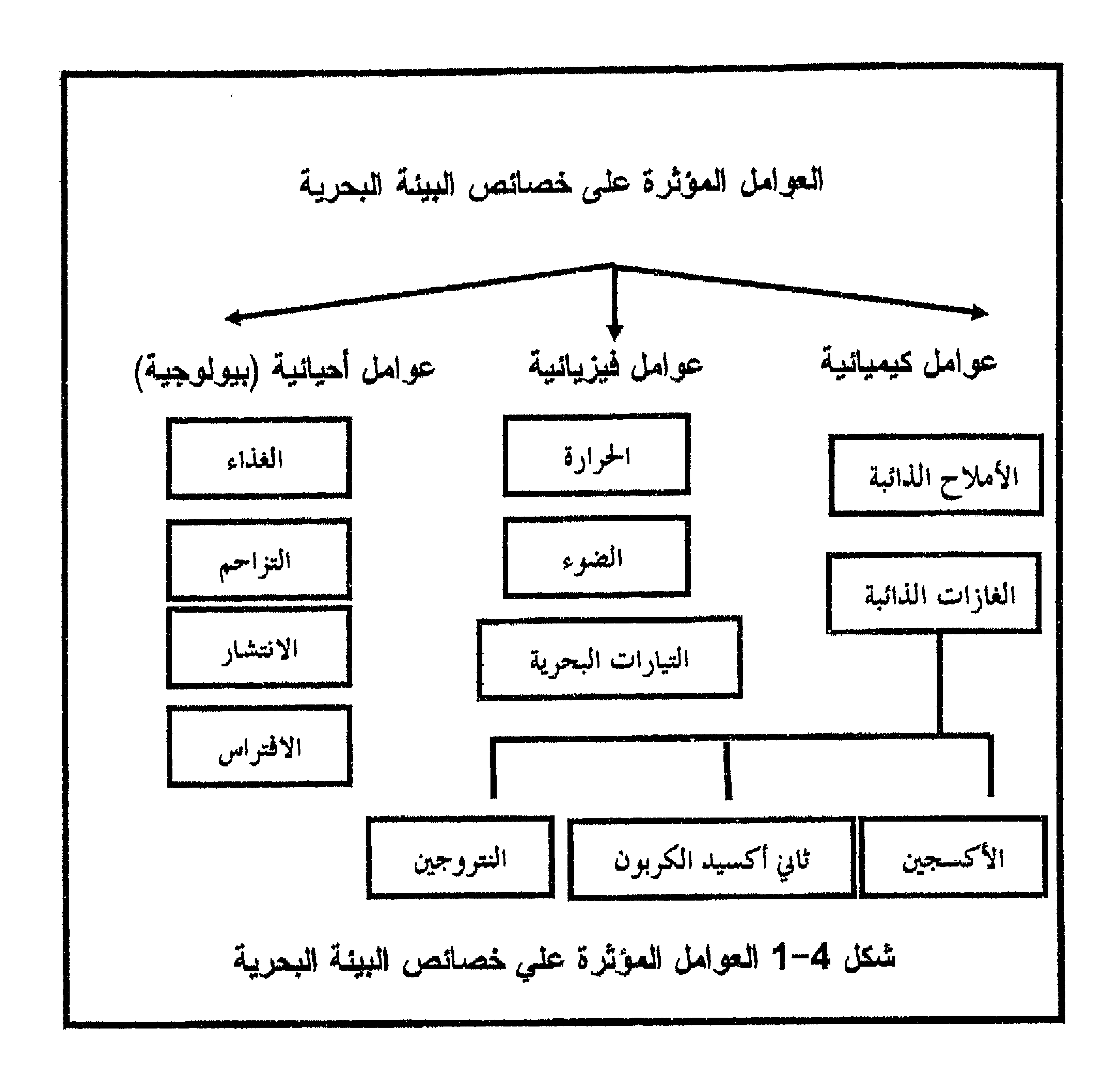
جدول 4-1

الفرق بين البيئة الأرضية والبيئة البحرية

البيئة الأرضية	البيئة البحرية
الغلاف الذي يحيط بالكائن: غلاف هوائي	غلاف الذي يحيط بالكائن: غلاف مائي
مكان المعيشة :فوق السطح او قد ترتفع لأعلى	مكان المعيشة: خلال عمود الماء
دعامة الجسم: تحتاج لدعامة قوية لجعلها ثابتة ومنتصبة او مرفوعة لأعلى.	دعامة الجسم: كثافة البروتوبلازم تساوي تقريبا كثافة ماء البحر فتكون محمولة بالماء.
الظروف المناخية: أقل ثباتا بسبب صغر الحرارة النوعية والتي تؤدي الى تغير الظروف المناخية بسرعة.	الظروف المناخية: أكثر ثباتا بسبب كبر الحرارة النوعية التي تؤدي الى تغير الظروف المناخية ببطئ

4-1-2-1. العوامل المؤثرة على خصائص البيئة البحرية:

يمكن اجمال العوامل التي تؤثر علي خصائص البيئة البحرية في الشكل القادم



شكل 4-1 العوامل المؤثرة علي خصائص البيئة البحرية

4-1-3. صرف مياه المخلفات البلدية السائلة في البحار والمحيطات كاحد اخطر الملوثات البيئية

ينتشر هذا الأسلوب في صرف مياه المجاري في المدن الساحلية والتي لها منفذ بحري، وذلك علي اساس ان البحار المفتوحة والمحيطات اجسام مائية كبيرة تقوم بعمل تخفيف مناسب للملوثات والشوائب والبكتريا الموجودة في المخلفات، كما ان للمسطحات المائية الكبيرة القدرة علي التنقية الذاتية واستيعاب كميات مناسبة من الملوثات.

المحيطات المفتوحة يساعد المد والجزر والتيارات البحرية فيها علي تخفيف وهضم المخلفات، اما البحار شبه المقفلة مثل حوض البحر الابيض المتوسط الـــذي يمتزج ماؤه ببطء مع المحيط الاطلنطي فقدرته علي استيعاب المخلفات محدودة.

واصبح البحر المتوسط نتيجة لصرف اكثر من 120 مدينـــة مطلــة عليـــه مخلفاتها والتي تتنوع من مخلفات صرف صحي او مخلفات صناعية شديدة التلوث بحيرة ملوثة، وباءت جميع المحاولات بالفشل لجعله نظيفا وخاليـــا مـــن التلـــوث، وقدرت الامم المتحدة الي احتياج البحر المتوسط الي 80 عاما وذلك لتجديد مياهـــه من مياه الاطلنطي حيث ان ملوحة المحيط اقل من ملوحة البحر المتوسط، وغالبـــا تقوم كثير من الدول بصرف مخلفاتها السائلة في البحر بدون معالجة او بعد معالجة ابتدائية او اولية، مما ينعكس بصورة كبيرة علي الأحياء المائية الموجودة في البحر وخاصة الأسماك والكائنات البحرية.

وهذه الحقائق جعلت الدول المتقدمة والمتحضرة تغلق المصـــبات البحريـــة للمدن الساحلية واعادة أستخدام مياه الصرف المعالجة للاســـتفادة منهـــا ولحمايـــة السواحل والشواطيء.

مخاطر صرف مياه المخلفات البلدية في البحار والمحيطات:

ان صرف مياه المخلفات البلدية في البحار والمحيطات له العديد من المخاطر البيئية والصحية مثل:

1) تدمير الثروة السمكية عن طريق اتلاف مواقع تكاثر الآسماك.
2) اهلاك الشعاب المرجانية الخلابة وموت كثير من الكائنات البحريـــة التـــي تتخذها ماوي لها.
3) انتشار الامراض نتيجة التلوث الشديد.
4) تركم المواد السامة والمعادن الثقيلة في اجسام الكائنات البحريـــة وخاصـــة الآسماك.

5) زيادة كمية الاعشاب البحرية والمواد العالقة والعكارة.
6) الاخلال بالتوازن البيئي داخل البحار مما يودي الي انقراض كثيـر مـن الأنواع البحرية وازيادة انواع اخري ضارة.

عيوب ومخاطر صرف المياه في البحر:

لا يمكن مقارنة الصرف داخل البحار بالصرف في المحيطات المفتوحة الكبيرة، حيث ان الصرف يكون اكثر امانا وفاعلية في حالة المحيطات وذلك للاسباب الأتية:

1. اختلاف شدة التيارات البحرية وقوة المد والجزر.
2. درجة التخفيف لمياه المجاري تختلف من البحـار الـي المحيطـات حيـث ان التخفيف في المحيطات يكون اكثر وبالتالي تقل تركيز الملوثات بسرعة وتنتشر في مساحات كبيرة مما يؤدي الي تخفيفها اكثر واكثر.
3. أحتمالية انهيار المصبات البحرية في البحار الصغيرة أكبر منها في المحيطات.

وللاسباب السابقة فانه يلزم قبل التخلص من المخلفات السائلة في البحار عمل الدراسات الأتية:

* دراسة التيارات البحرية
* دراسة الامواج
* دراسة الرياح
* دراسة المد والجزر

وبعد عمل الدراسات السابقة يختار افضل موقع للمصب الذي لا تسبب اتجاه الرياح الي عودة المخلفات الي الشاطئ , بل تزيحها الي البحر مع الاخذ في الاعتبار الشروط الأتية:

1- الابتعاد بالمصب عن اماكن توالد الأحياء الصدفية والرخوية حتي لا تلوث لمخلفات هذه الاماكن، لان الأحياء الصدفية والرخوية تعتمد في غذائها علي البكتريا (ومنها البكتريا الممرضة) وبذلك يزداد تركيز هذه البكتريا داخل اجسام الأحياء البحرية مما يخشي معه انتقال الامراض الي الأنسان عن طريق اكل هذه الأحياء.

(وهناك ايضا احتمال تراكم المواد السامة والعناصر الثقيلة داخل هذه الأحياء اذا كانت المخلفات تحتوي علي تلك العناصر.

2- يجب ان تمتد ماسورة الصب الي مسافة كبيرة داخل البحر وعلي عمق كبير، فيجب الا تقل المسافة عن 150 مترا داخل البحر والا يقل العمق عن 16 مترا.

3- في حالة ارتفاع سطح الماء اثناء المد يفضل ان تزود ماسورة الصب بصمام يسمح بخروج الماء ولا يسمح بدخول ماء البحر اليها , ويمكن تجهيز أحواض كافية للطواريء لتخزين مياه المخلفات في حالات المد العالب لماء البحر.

4-1-4. تأثير تلوث مياه البحار والمحيطات والسواحل والشواطئ على الأحياء والكائنات البحرية[*].

بدأ معظم التلوث في مياه البحار والمحيطات من مياه الأنهار التي تصب فيها، والتي عادة ما تكون محملة بنواتج الصرف الصحي والصناعي والزراعي للمدن والقرى التي تمر عليها، وكذلك من الصرف المباشر للتجمعات السكانية والصناعية على البحار والمحيطات. وقد قدر أن مخلفات الصرف الصحي التي تنتج عن مجمع سكاني به مليون شخص يزيد عن 250 ألف متر مكعب يومياً، وأن اللتر الواحد من هذه المياه تحتوي على 2 إلى 3 بليون ميكروب، ولك أن

---

[*] مركز الامارات للمعلومات الزراعية وزارة البيئة والمياه.

تتصور مدى التلوث الميكروبي الحادث، ومدى تأثير ما بتلك المياه من ميكروبات مرضية على القاطنين بالسواحل والمصطافين، خاصة أن كثيراً من الميكروبات المرضية تلوث بعض الكائنات البحرية التي قد تؤكل نيئة كبعض الأصداف والمحارات البحرية.

نتيجة لهذا التلوث الميكروبي تتضح مدى الخطورة في انتقال ميكروبات الكوليرا والتيفود ومسببات الإسهال إلى الأنسان من المياه الساحلية لحوض البحر الأبيض المتوسط، والذي يقطن سواحله حوالي 100 مليون شخص، أي أن صرفهم الصحي يقدر بأكثر من 25 مليون متر مكعب يومياً، والذي يصرف معظمه في البحر، وأن 33 % من هذه المياه غير معاملة بتاتاً. فمن المعروف أن حوالي 120 مدينة مطلة على سواحل البحر الأبيض المتوسط تصب مياه صرفها الصحي دون معالجة أو بمعالجة مبدئية فقط في مياه البحر. تجذب شواطئ البحر الأبيض المتوسط سنوياً من 100 مليون إلى 150 مليون سائح، أي بما يعادل 35% من مجمل السياحة العالمية. لا تقتصر أضرار التلوث بالبحر الأبيض المتوسط، وهو بحر شبه مغلق، عن طريق النشاط الأنساني بالأراضي الساحلية على الصرف الصحي، بل يتعداه إلى الصرف الصناعي الناتج عن نشاط حوالي 150 ألف منشأة تصب مياهها في البحر، وتقدر مياه الصرف الصناعي التي تصب بالبحر بما يزيد عن مليون طن يومياً.

لو أردنا شن حرب على البحار والمحيطات لإحداث أكبر تدمير حيوي لها، لوجهنا جل اهتماماتنا التدميرية، وما نملكه من أسلحة دمار شامل إلى الشواطئ الساحلية حيث يحدث أكبر نشاط بيولوجي مكثف، سواء في الأراضي القريبة من الشاطئ أو في المياه الساحلية. هذا ما يعمله الأنسان. .. ليس عمداً بالطبع، ولكن إزدحامه وتجمهره قرب السواحل، حيث تتدفق إلى الشواطئ مخلفات المدن والصناعات والزراعات... وحيث تتجمع السحب وتحمل بنفايات غازية وجسيمات

دقيقة نتجت عن نشاطات الأنسان... وحيث تصب الأمطار ومعها حمولاتها من الملوثات الناتجة عن غسيل الهواء.

وفي الماء، قريباً من السواحل، تأتي حاملات البترول متجهة إلى مراكز تحميل البترول وبخزاناتها حمولة توازن من ماء ملوث ببقايا بترول، فتفرغ حمولتها من ماء التوازن، قبيل وصولها إلى ميناء التحميل، في ماء البحر استعداداً لملئ خزاناتها بحمولة جديدة من البترول. وتقدر كمية ما يحتويه ماء التوازن من البترول بحوالي 1 إلى 1.5 % من حمولتها السابقة بالبترول. إضافة إلى التلوث البترولي الناتج عن تفريغ ماء التوازن فإن هناك تلوث آخر ناتج عن حفارات البترول وما يتسرب منها، والتي يكثر إقامتها في المياه قريباً من السواحل وكذلك التلوثات البحرية الناتجة عن حوادث ناقلات البترول، والتسرب الطبيعي من وقود وزيوت البواخر وعوادم تشغيلها. وقد قدر ما يصل إلى المياه البحرية من مواد بترولية بما يتراوح ما بين 1 إلى 10 مليون طن سنوياً، وأن حوالي ثلث هذه الكمية تلوث حوض البحر الأبيض المتوسط. الحرب الموجهة إلى السواحل بأفعالنا والضارة بنا، لا تتعدى آثارها المناطق الساحلية؟

كلا وألف مرة كلا، فما نوجهه من سموم إلى السواحل البحرية ينتقل منها إلى أعالي البحار في أواسط المحيطات، كما تنتقل تلك السموم إلى قطبي الكرة الأرضية ؛ الشمالي الجنوبي، حيث يكاد ينعدم التواجد السكاني، كما تنتقل السموم أيضاً من الأسطح إلى الأعماق. التيارات المائية تقلب المياه من أسفل إلى أعلى، ومن أعلى إلى أسفل، كما أن هناك تيارات موسمية تحرك المياه في اتجاهات مختلفة فتنتقل معها الملوثات التي يبعثها الأنسان إلى مختلف الاتجاهات.

لا تقتصر مهمة توزيع الملوثات في مياه البحار والمحيطات على التيارات المائية، بل إن أحياء البحار تقوم بالتوزيع بكفاءة أفضل وبسرعة أكبر، فالطحالب وأحياء الماء الأخرى تأخذ الملوثات مباشرة مع ما تتناوله من ماء البحر، وكثيراً

ما تحتفظ بالملوث وتتخلص من الزيادة المائية فيزداد تركيز الملوث بها عن تركيزه في الوسط المائي الذي تعيش فيه. فإذا تغذيت كائنات حيوانية بحرية عشبية التغذية على الطحالب الملوثة ازدادت نسبة الملوث بأجسامها عن نسبته في الطحالب. وإذا تغذت كائنات حيوانية بحرية حيوانية التغذية على حيوانات بحرية ملوثة انتقل الملوث إليها وازدادت تركيزه بها، فإذا تغذت طيور بحرية على الأحياء البحرية انتقلت إليها المواد الملوثة وازدادت تركيزاتها بها. وبتحركات الطيور والحيوانات البحرية وخاصة الأنواع المهاجرة منها تنتقل الملوثات في طول البحار وعرضها ومن أسطحها إلى أعماقها.

تلويث البحار والمحيطات ليس قاصراً على المناطق الساحلية، بل يمتد أيضاً إلى أعالي البحار، حيث الحركة الكثيفة للسفن المدنية والحربية، الصغيرة والكبيرة والعملاقة، خاصة حاملات البترول وما ينتج عن تحركاتها من عوادم وقود تشغيلها ومن زيوت محركاتها التي تلقي في تلك المياه، إضافة إلى مخلفات بحاراتها وركابها من فضلات طعام وفضلات إخراج. في السنين الأخيرة ازدادت حركة البواخر مع ازدياد التجارة العالمية، وستزداد أكثر بعد تحرير التجارة العالمية.

من أخطر الملوثات البحرية، المنتجات البترولية، وخاصة في المناطق التي تصب فيها مياه التوازن السابق الحديث عنها، وما يصل إلى المياه عن طريق حوادث البواخر الحاملة للبترول، حيث تلقي أطنان من حمولتها في الماء تاركة بقع زيتية كبيرة تضر بأحياء الماء ضرراً بليغاً وتلوث الشواطئ التي كانت أماكن استجمام فأصبحت من كثرة ما برمالها من قطران مصدر إزعاج للمترددين عليها، فعليهم بعد استحمامهم في الماء أن ينظفوا أنفسهم مما علق بأجسامهم من قطران، وغالباً ما يستخدمون ملوثاً بترولياً آخر لإذابة القطران وإزالته، وقد يكون الكيروسين أو البنزين مع ما لهما من أضرار صحية.

ومن أخطر حوادث التلوث البحري بالبترول ما حدث في الخليج العربي في أوائل عام 1991 أثناء حرب الخليج من صب متعمد في مياه الخليج قدرت كميته بحوالي 250 مليون جالون بترول، وقد نتج عن ذلك تكون بقعة زيت عرضها حوالي خمسة كيلومترات وطولها حوالي ثلاثين كيلومتراً، مؤثرة تأثيراً ضاراً على الحياة البحرية وعلى الطيور التي تعيش على الأحياء البحرية، وتسببت، حسب أحد التقديرات، في موت حوالي مليونين من الطيور.

ولا ننسى أن دول الخليج العربي تعتمد إعتماداً رئيسياً في الحصول على ماء عذب عن طريق إزالة ملوحة ماء البحر. وقد أثر تلوث مياه الخليج بالبترول في حرب الخليج على كفاءة عمليات إزالة الملوحة وعلى مواصفات الماء العذب الناتج. وقد سبق هذا التلوث البترولي بثمان سنوات في عام 1983، حدوث تدفق سابق للبترول في الخليج وكان هذا التدفق الملوث لمياه الخليج من البترول الإيراني بسبب عمليات عسكرية تمت في الحرب العراقية الإيرانية نتج عنها تدفق حوالي نصف مليون برميل ، أي حوالي 79500 طن خلال مدة الثلاثة أشهر الأولى من بدء التدفق، واستمر التدفق ولكن بدرجة أقل لمدة ستة أشهر أخرى 1 البرميل = 42 جالون أمريكي = 159 لتر.

عد فترة من طفو الزيت على أسطح الماء، تتطاير بعض مكوناته ملوثة الهواء، فتزداد كثافة باقي مكونات الزيت، فتتساقط نحو القاع، ويلتصق بعضه بخياشيم وأجسام الأسماك وغيرها من الأحياء البحرية مما يضر بنشاطاتها الفسيولوجية. كذلك فإن بعض المكونات البترولية تذوب في مياه البحر ثم تتجمع في أجسام الأحياء البحرية، وبعض تلك المكونات البترولية من المسببات الضارة بصحة الأنسان عند التغذية على الأحياء البحرية الملوثة بتلك المنتجات أو عند شرب المياه المحملة بها بعد إزالة ملوحتها.

تستخدم حالياً للتخلص من البقع الزيتية مواد مستحلبة، ترش على بقع زيت البترول فتعمل على تفتيت البقع وتناثرها وإذابة بعضها، فتتلاشى بفعل الأمواج

والرياح، وقد إتضح أن لتلك المستحلبات تأثيرات سامة على الأحياء البحرية، وقد تزيد أضرارها عن ضرر البقع الزيتية.

تعتبر مياه البحر الأبيض المتوسط من أكثر المياه المالحة تلوثاً، ذلك أن هذا البحر يعتبر حوضاً مائياً، يكاد يكون مغلقاً، حيث يتصل في جانبه الشرقي الجنوبي عن طريق قناة السويس ببحر آخر أكثر إنغلاقاً هو البحر الأحمر، كما يتصل من جانبه الغربي بالمحيط الأطلسي عن طريق مضيق جبل طارق، وقد وجد أنه يحتاج إلى حوالي 80 سنة لتجديد مياهه. إضافة إلى ما سبق الحديث عنه من كثرة ما به من مدن ومنشآت صناعية وكثافة سكانية، فإن هذا البحر تمر به معظم حاملات البترول الآتية من دول الخليج النفطية ومحملة بخمس نفط العالم.

التلوث البحري قد يكون آجلاً وفتاكاً، ضرره لا يظهر في الحال، بل بعد مرور عشرات أو مئات، وقد يصل إلى آلاف السنين، إذا ما اعتبرت أعماق المحيطات مقلباً تلقى فيه النفايات المشعة المتخلفة عن استخدامات الطاقة الإشعاعية في الأغراض المدنية أو العسكرية، وذلك بعد حفظها في أوعية مغلقة مقاومة للتحلل، إلا أنها مهما أحكم إغلاق تلك الأوعية، فإنه في يوم ما، قرب أو بعد، سيحدث تحلل لجزء منها أو كلها، عندئذ تحدث الكارثة التي قد تؤدي إلى نهاية الحياة في تلك المياه، خاصة إذا علمنا أن بعض العناصر المشعة مثل بلوتونيم 239 يصل نصف عمره الإشعاعي إلى 24400 سنة، مثل هذا العنصر يحتاج إلى حوالي نصف مليون سنة ليصبح آمناً.

كما ينتج عطب البحار من كثرة تدفق الملوثات عبرالأنهار والمصارف، فإن إيقاف تدفق مياه الأنهار بإقامة السدود والحواجز تؤثر تأثيراً ضاراً على الحياة البحرية، فإقامة الحواجز لمنع وصول مياه الأنهار إلى البحار كان له تأثير كبير على كثير من الأسماك المهاجرة التي تقضي جزءاً من حياتها في الماء المالح وجزءاً آخر في المياه العذبة. وقد حدث ذلك لأسماك السلمون عند عدم تمكنها من

الوصول إلى أماكن وضع البيض في بعض الأنهار. وفي مصر عندما أنشئ السد العالي وتوقف النيل عن تدفقه وإرسال بعض طميه إلى البحر سنة 1965 نقص تركيز العوالق النباتية بمقدار 90% وقل محصول صيد السردين من متوسط 18000 طن سنة 1960 إلى 1200 طن سنة 1966 ثم إلى 600 طن فقط سنة 1969.

العوالق النباتية هي كائنات حية نباتية، أي تحتوي على كلوروفيل، لا تتحرك حركة ذاتية أو تتحرك حركة ذاتية ضعيفة لا تمكنها من مقاومة التيارات المائية، معظمها وحيدة الخلية.

التلوث البحري، أيا كان مصدره فهو من فعل الأنسان، الذي يعيش طبيعياً على اليابسة، ويتجول بسفنه وبوارجه في البحار... في حياته اليابسة يصدر ملوثات للبحر تقدر بحوالي 77% من مجمل الملوثات التي تصل منه إلى البحر، والباقي وهو حوالي 23% من الملوثات يصدرها الأنسان للبحار أثناء تجواله بها، ويمكن تصنيف مصادر التلوث كما يأتي:

44%	ملوثات الصرف من البر إلى البحر.
33%	ملوثات تصل إلى الهواء فوق البحار من النشاط البري للإنسان.
12%	ملوثات تنتج عن سير البواخر.
10%	ملوثات تلقى في المحيطات، حيث تستخدم بعض الدول الصناعية المناطق العميقة من المحيطات لدفن النفايات العسكرية والنووية والسامة، رغم المنع الدولي لذلك.
1%	ملوثات تنتج عن التعدين البحري وتشمل حفارات البترول البحرية في المياه القريبة من الشواطئ.
	تتسبب كافة الملوثات البحرية في نقص المحصول السمكي العالمي بحوالي20% عن المعتاد.

بجانب كافة التلوثات السابق الحديث عنها، فإن الأنسان أحدث أضراراً أخرى بالبيئة البحرية نتيجة إدخاله أنواع من الأحياء غريبة عن المنطقة التي أدخلت بها.. يستوردها من مكان ويدخلها في مكان آخر غريب عنها وسط أحياء مختلفة عن مخالطيها في بيئتها الأصيلة فيخل بالتوازن بين الأحياء البحرية، مما يعتبر هذا تلوثاً وراثياً. وقد أدى فتح قناة السويس وإتصال مياه البحرين الأحمر والأبيض المتوسط إلى ظهور حوالي 250 نوع من أحياء البحر الأحمر في مياه البحر الأبيض المتوسط، من ذلك نوع قنديل البحر روبيليما نوماديكا Rhopilema nomadica والذي قلل من المحصول السمكي بشرق البحر الأبيض المتوسط وأثر تأثيراً واضحاً على سياحة الشواطئ.

لم يكتف الأنسان بإحداثه أضرار بالحياة البحرية عن طريق تلويثه لمياهها، بل زاد الطين بله بما يقوم به من صيد جائر أكثر من قدرة النوع على تعويض خسائره، مما تسبب في تناقص أعداد بعض الأحياء البحرية وإبادة بعض الأنواع البطيئة التكاثر، من ذلك حوت المحيط الأطلسي الرمادي الذي اختفى منذ عام 1730 وحيوان المنك البحري الذي اختفى منذ سنة 1880. أما الحوت الأزرق، أكبر أحياء كوكبنا فقد تناقصت أعداده تناقصاً واضحاً، فبعد أن كان تعداده حوالي 200.000 سنة 1950 أصبح حالياً حوالي2000 فقط.

ولو استمر الحال على هذا المنوال لوصلنا إلى درجة تصحير البحار، وذلك كما يحدث في اليابسة في كثير من المناطق الجافة من رعي زائد سبب في تصحير كثير من المراعي بالعالم، فكذلك فإن الصيد الزائد سوف يؤدي إلى ندرة الحياة في مناطق الصيد الكثيف بالبحار.

4-2. التلوث البيئي لمياه الأمطار

تتلوث مياه الأمطار – خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء، والتي من أشهرها أكاسيد

النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات التراب، ومن الجدير بالذكر أن تلـوث ميـاه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع، وإلقاء كميـات كبيـرة مـن المخلفات والغازات والاتربة في الهواء أو الماء، وفي الماضي لم تعرف البشـرية هذا النوع من التلوث.

ولقد كان من فضل الله على عباده ورحمه ولطفه بهم أن يكون ماء المطـر الذي يتساقط من السماء، ينزل خالياً من الشوائب، وأن يكون فـي غايـة النقـاء والصفاء والطهارة عند بدء تكوينه، ويظل الماء طاهراً إلى أن يصل إلى سـطح الأرض، وقد قال الله تعالى في كتابه العزيز مؤكداً ذلك قبل أن يتأكد منـه العلـم الحديث: (**وهو الذي أرسل الرياح بشراً بين يدي رحمته وأنزلنا من السماء مـاء طهورا**) [الفرقان 48].

وقال أيضا: (**إذ يغشيكم النعاس أمنة منه وينزل عليكم السماء ماء ليطهركم بـه ويذهب عنكم رجس الشيطان وليربط على قلوبكم ويثبت به الاقدام**) [الانفال 11].

وإذا كان ماء المطر نقيا عند بدء تكوينه فإن دوام الحال من المحال، هكـذا قال الأنسان وهكذا هو يصنع، لقد امتلئ الهواء بالكثير مـن الملوثـات الصـلبة والغازية التي نفثتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة، ويمتص النبات هذه السـموم فـي جميـع أجزائه، فإذا تناول الأنسان أو الحيوان هذه النباتات ادى ذلك الى التسمم (**ليـذيقهم بعض الذي علموا لعلهم يرجعون**) [الروم 41].

كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والانهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات وإلى تسمم الكائنات البحريـة والأسماك الموجودة بها، وينتقل السم إلى الأنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثـة، كما تموت الطيور البحرية التي تعتمد في غذائها على الاسماك.

4-3. التلوث البيئي للمياه الجوفية

تتجمع المياه الجوفية تحت قشرة الأرض الخارجية،وتعتبر هذه المياه من أهم المصادر المائية التي توليها الدول ابلغ الاهتمام للمحافظة عليها ومنع التلوث البيئي من الإلحاق بهاء فالتلوث البيئي والأستخدام العشوائي للمياه الجوفية يهددان ثروات المياه الجوفية في العالم. وقد أوصى برنامج الأمم المتحدة بإنشـاء إدارة لمصـادر المياه الجوفية تهدف إلى تعاون إقليمي ودولي، ولقد حذرت تقارير برنـامج الأمـم المتحدة للبيئة من احتمال تضاؤل المياه الجوفية بسبب التلـوث والنضـوب،وتدعو التقارير إلى التشدد في مراقبة وسائل التخلص من نفايات البيئة وميـاه المجـاري والى اتخاذ الإجراءات التي تحد من تلوث الأرض بالمواد الكيميائيـة الضـارة،مع السيطرة على كل ما يهدد المياه الجوفية.وتشير دراسات برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى مياه الجوفية تمثل حوالي 22%من حياة اليابسة،وان الماء العذب المناسب عبر الأنهار يتجمع ويبقى لفترات طويلـة كميـاه جوفيـة تحـت الطبقـة الصـخرية للأرض،وتختلف مناسيب هذه المياه وفقا لتغييرات الطقس وكمية الأمطـار حيـث تزداد في الشتاء وتنقص في أواخر الصيف بسبب كثرة التبخر.

وحيث أن المياه الجوفية تمثل مصدرا مهما من مصـادر الميـاه الصـالحة للشرب والرى، فان الإسراف في استخدامها وتلوثها بالمواد الضارة يشكل تهديـدا مستمرا لهذا المصدر المهم للماء العذب.ومن المشكلات التي تهدد الميـاه الجوفيـة انهيار الأراضي وتسرب المياه المالحة الي الآبار الساحلية.

وتتعرض المياه الجوفية إلى التلوث بسـبب مخالفـات ونفايـات المصـانع والأنابيب النفطية والمناجم والمواد المشعة، بالإضافة إلى التلوثـات الناتجـة مـن الزراعة بسبب استخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات الحشرية وروث الحيوانات.

في كثير من الحالات، تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضـها للتلـوث البيولـوجي أو الكيميائي.

أمّا في حالة الآبار العميقة، وهي التي يزيد عمقها عن 40-50 قدماً، فتقل فرص التلوث فيها، لأن المياه تمر في هذه الحالة على طبقات مسامية نصف نفاذة، تعمل في كثير من الأحيان على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب. غير أن الشواهد، التي تجمعت في السنوات القليلة الماضية، دلت على أن بعض المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية، وجدت طريقها إلى طبقة المياه الحاملة Aquifers في باطن الأرض. وتعد هذه المعلومات العلمية الحديثة في غاية الخطورة. إذ تشير الدلائل إلى تعرض المخزون الكبير للأرض من الماء العذب، إلى التلوث من مصادر عديدة.

- الخزان الجوفي والتلوث:

ان المياه الجوفية عادة تكون ذات نوعية جيدة وذلك لخضوعها للترشيح الذي تقوم به طبيعيا طبقات التربة اثناء تغلغل المياه وتفاذها من خلال هذه الطبقات، وقد تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.

وتعتمد المسافة التي يقطعها الملوث في الارض علي الاتي:

- نوع وكمية المادة الملوثة.
- طبوغرافية المنطقة.
- هيدرولوجية الخزان الجوفي.

وعلي سبيل المثال تقوم الطبقات الرملية الناعمة بازالة المواد الصلبة العالقة والبكتريا من المياه عبر مسافات قصيرة، غير ان الطبقات المكونة من الحصي أو الصخور المكسرة تسمح بمرور نفس الملوثات لتقطع مسافة اطول خلال التربة. ولا تتأثر الملوثات الذائبة بعملية الترشيح داخل التربة مثل تأثرها بعوامل اخري مثل قوي الامتزاز. ومما يفاقم من مخاطر الملوثات السرعة البطيئة التي تنساب بها المياه عبر طبقات التربة، ففي المتوسط تنساب المياه الجوفية بسرعة تقدر

بحوالي 3 متر في السنة اعتمادا علي نفاذية الخزان الجوفي. وعليه فان الخزان الجوفي الملوث قد يستمر علي درجة تلوثه مئات السنين وهذا يعني مرور السنين الطوال قبل التخلص من أي تلوث، أو قبل اكتشاف أي تلوث. مما يؤدي إلى انتشاره عبر المجاري والأنهار الجارية في باطن الأرض.

عادة تحتوي كل المياه الجوفية علي أملاح ذائبة تتفاوت في مقدارها ونوعها طبقا للبيئة المحلية، ومصدر المياه، ومساحة الخزان الجوفي، ونوع وتكوين الطبقات ومحتواها الكيميائي، ونوع ودرجة ذوبانية المعادن، وزمن التلامس، وسرعة دفق المياه الجوفية. ومن المعروف ان الصخور الرسوبية أكثر ذوبانا من الصخور النارية: وعادة تزداد الملوحة بزيادة العمق داخل الارض (الا أنه في بعض الحالات كلما زاد العمق قلت الملوحة وذلك عندما تكون الطبقات الحاملة للمياه العذبة علي اعماق كبيرة داخل الارض).

وعند حدوث تلوث للمياه الجوفية، يصعب، إن لم يكن مستحيلاً، التخلص من هذا التلوث، أو إجراء أي معالجة للمياه الموجودة في الطبقات الحاملة. ومما يزيد الأمر تعقيداً، وجود هذه المياه في باطن الأرض وبطء حركتها، ذلك أن سرعة سريان هذه المياه في باطن الأرض، لا يتجاوز عدة أمتار في اليوم، أو ربما عدة أمتار في السنة، تبعاً لمكان المياه الجوفية ونوعها.

ويقود تلوث المياه الجوفية الي الحد من استخدام المياه في الأغراض المختلفة بالاضافة الي الاضرار بحياه الانسان والحيوان والنبات عن طريق التسبب بالامراض المختلفة.

وأهم انواع الملوثات اتي تجد طريقها للخزان الجوفي الاتية:

أ- **المواد العضوية المصنعة:**

وتضم هذه المواد مجموعات تسمي الهيدروكربونات المكلورة مثل مركبات التراي كلوروايثيلين Tri chloro ethylene , ورباعي كلوريد الكربون

Carbon tetrachloride ومعظم هذه المواد سام. وبعضها مسرطن، وربما يؤثر علي الصحة العامة ولو بتركيزات قليلة، الذي يفاقم من مخاطر شرب هذه النوعية من المياه. وينصح بعمل معالجة لهذه المياه لازالة المواد العضوية المصنعة تماما من المياه، ومن أشهر الطرق للمعالجة استخدام وحدات الازالة بالكربون المنشط والاكسدة بالتهوية.

ب- المعادن الذائبة:

تتأتي المعادن الذائبة من ذوبان المعادن الموجودة بالتربة والصخور الحاوية لها، وذلك بعد ملامسة المعادن للمياه بعد مرور فترة زمنية معينة، وتسبب هذه المعادن زيادة في عسر المياه الجوفية (كما في حالة الكالسيوم والماغنيسيوم). ومعظم هذه المعادن قد لاتشكل خطرا علي الصحة.

ج- المخلفات السائلة والمخلفات الصلبة الصناعية الخطرة:

المخلفات الصناعية هي المخلفات التي تنتج من الأنشطة الصناعية للانسان، وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الصناعات بمختلف انواعها والتي اصبحت تشكل جزءا كبيرا من المخلفات نتيجة للتوسع في الصناعات الصغيرة والمتوسطة، ويمكن تقسيم المخلفات الصناعية الي:

1. مخلفات صناعية غير خطرة:

وهي المخلفات الصناعية التي لا تشكل خطرا علي البيئة او الأنسان او الصحة العامة مثل بعض الصناعات الغذائية ومواد التغليف وخلافه.

2. مخلفات صناعية غير خطرة:

وهي المخلفات الصناعية التي تشكل خطرا علي البيئة او الأنسان او الصحة العامة مثل المواد الكيميائية والمبيدات والاصباغ والمذيبات.

والمخلفات الصناعية الخطرة تحتوي علي كثير من المركبات الكيميائية العضوية والغير عضوية الخطرة والسامة والمسرطنة حسب نوعية الصناعة

ومخلفاتها. ولهذا فان المخلفات الصناعية التي يتم صرفها علي المسطحات المائية (الانهار والبحيرات) قد تجد طريقها للمياه الجوفية. وقد وجد في بعض مصادر المياه الجوفية مركبات عضوية مثل ثنائي الفينول متعدد الكلورة والبنزين وثلاثي كلوروايثيلين وبعض المعادن الثقيلة مما يؤكد ان مصدرها المخلفات الصناعية.

د- الفضلات السائلة البشرية:

ان طرق التخلص من الفضلات السائلة البشرية في المناطق الريفية والمناطق المنعزلة أو في المناطق التي لا يوجد بها صرف صحي للفضلات قد يؤدي الي وصول هذه المخلفات للمياه الجوفية. فمثلا يتسرب السائل الناتج عن وحدات التحليل اللاهوائي Septic Tanks الي المياه الجوفية طبقا لاسلوب التخلص النهائي المتبع. وقد تتسبب برك الاكسدة التي انشئت قديما في تسرب مياه الفضلات البشرية الي الخزان الجوفي (حيث ان هذه البرك ليست معزولة).

هـ- النفايات الصلبة المنزلية:

ويقصد بهذه النفايات تلك التي يتم التخلص منها بالدفن بطريقة غير صحيحة وغيرصحية. ويتم الدفن عادة في مناطق منخفضة، وعادة يكون منسوب المياه الجوفية عاليا، أوعندما تكون التربة ذات مسامية عالية (مثلما يوجد في طبقات الرمل والحصي) ينساب السائل الناتج من ضغط وعصر النفايات للخزان الجوفي. وهذا السائل يحتوي علي تركيز عالي من الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة والكلوريدات والنترات والحديد والمنجنيز والمواد العضوية. ومن المصادر المتوقعة لزيادة مياه المدفن: الأمطار, وتسرب المياه السطحية، والمياه المتسربة من المناطق المحيطة بمنطقة دفن النفايات، والمياه الجوفية الملامسة للنفايات عندما يرتفع منسوبها. ومن الملوثات المتواجدة بمدافن المخلفات الصلبة غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات ناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بوفرة في هذه المخلفات. ويمكن الحد من وصول تلك الملوثات للمياه الجوفية باتباع طرق الدفن

الصحية للمخلفات باختيار المواقع المناسبة والتصميم الجيد للمدفن والتخلص الامن من نواتج الدفن.

ر- مناجم التعدين:

تنتج المناجم العديد من الملوثات ويعتمد مقدار التلوث علي نوع المادة المستخرجة من المنجم وطريقة التعدين. وتعتبر مناجم الفحم والفوسفات واليورانيوم والنحاس والزنك والرصاص من اكبر المناجم المولدة للملوثات. فربما اقتضي الحال نزح المياه للخارج عند حفر المناجم. وربما زادت نسب المعادن من المياه المنزوحة المستخرجة (مثل الحديد Fe, والالمونيوم Al, والكبريتات SO_4) مما يجعلها حمضية. واذا وجدت طريقها للمياه الجوفية فالطبع ستؤدي لتلوثها. وعادة ما تقترن مترسبات الفحم بمادة البايرايت FeS2 والتي تؤدي اكسدتها الي تكون كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك. وتلوث المياه الجوفية بهذه المواد يقود الي انخفاض الاس الهيدروجيني وزيادة درجة حموضة المياه وزيادة درجة تركيز الحديد والكبريتات. وعادة تحتوي المياه السطحية المتدفقة قرب المنجم علي معادن ذائبة وبعض المواد الصلبة والمواد الحامضية وربما احتوت علي مواد مشعة وتقوم بتلويث المياه الجوفية عندما تتسرب داخل المناجم المفتوحة او عبر الدهاليز والممرات.

ز- مناطق استخراج النفط:

يتبع استخراج النفط كميات كبيرة من المياه في شكل محلول مالح. ويحتوي هذا المحلول علي املاح الصوديوم والكالسيوم والبورون والكبريتات والكلوريد بالاضافة الي احتوائها علي نسب عالية من المواد الصلبة الذائبة. ويتم التخلص من هذا المحلول في بعض المناطق في برك التبخير او في المسطحات المائية. وقد قررت كثير من الجهات منع هذه الطريقة لتلويثها المياه السطحية والمياه الجوفية، ومن انسب الطرق للتخلص من المحلول المالح لاستخراج النفط استخدام الابار العميقة في مناطق تحتوي جيولوجيتها علي طبقات معزولة من خزانات المياه

الجوفية. ويجب مراعاة اساليب التصميم الجيد عند حفر وغلق ابار النفط لتلافي اي تلوث ثانوي. ومن الملوثات المصاحبة لاستخراج النفط الجازولين وزيوت المحركات وربما يتطلب الامر ان يتم سحب المياه الجوفية الملوثة بالزيوت ثم فصل الزيت عنها واعادة ضخها للخزان الجوفي مرة اخري وفي هذه الحالة يشكل التكاليف الاقتصادية وحجم التلوث عوامل محددة لاستخدام هذه العملية.

س- التسرب من الخزانات الارضية:

يتم تخزين العديد من المواد والمركبات الكيميائية بصورة عادية في كثير من المنشأت الصناعية والتجارية. وقد تتعرض هذه المخازن والانابيب الموصلة لهالي انهيارات منشأتها مما يسهل معه تسرب محتوياتها للمياه الجوفية المحيطة. ومن اكثر انواع التسرب حدوثا هو تسرب الزيت والجازولين من الخزانات الحديدية الصدئة مثلا من محطات خدمة البترول. ونظرا لان الزيت لا يمتزج فيتسرب الي داخل التربة متحركا الي اسفل عبر طبقة التربة المسامية الي ان يصل للخزان الجوفي. وينتشر الزيت في الخزان الجوفي مكونا طبقة فوق منسوب المياه ثم يتحرك عرضيا مع اتجاه دفق المياه الجوفية. ومن اساليب الوقاية من التسرب استعمال الالياف الزجاجية كمادة لخزانات المواد بدلا من خزانات الحديد.

ص- الحوادث والكوارث البيئية:

تؤدي حوادث والقطارات والخزانات والانابيب البترولية الطويلة والشاحنات المحملة بمواد نفطية او مواد خطرة او مواد قابلة للاشتعال الي تلوث المياه الجوفية بالجازولين والزيت. وتغير هذه المواد من طعم ورائحة المياه حتي عند التركيزات القليلة. كما ان الجازولين يحتوي علي مواد مسرطنة مثل ثنائي بروم الايثيلين والبنزين. ومن الحوادث التي تسبب التلوث ايضا هدر السوائل من الانابيب والوصلات غير المحكمة واثناء الترحيل والنقل والتسرب من الانابيب والمحابس.

ك- الزراعة:

حيث يؤدي استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر أو الاستعمال المفرط للمياه، مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات في المياه الجوفية، بصفة خاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي العلمية.

تعتبر النترات من اهم ملوثات المياه الجوفية الناتجة عن عمليات الري والاستصلاح الزراعي بالاسمدة النتروجينية وذلك لعلاقة النترات بمرض زرقة الاطفال خاصة في التربة الرملية التي تسمح نفاذيتها بتسرب النترات السي داخل الخزان الجوفي.

وتعتمد درجة التلوث الزراعي علي نوع وكمية الملوثات , وطبوغرافية المنطقة، ونوع وكمية المياه المستخدمة في الزراعة، واسلوب الري. وتتكون الاسمدة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتقوم حبيبات التربة بامتزاز الفسفور والبوتاسيوم بسهولة، غير ان التربة والنبات يستخدمان مركبات النتروجين جزئيا ومن ثم فان المركبات النتروجينية تعد من اكبر الملوثات الناتجة عن استخدام الاسمدة. وتستخدم محسنات التربة مثل الجير والجبس والكبريت للارضي المروية لتغير من خواص التربة الطبيعية والكيميائية. وربما وجدت هذه المواد طريقها للمياه الجوفية. وايضا قد تجد المبيدات طريقها للمياه وخاصة لان المبيدات غير قابلة للذوبان في الماء وبعضها يتم امتزازه بواسطة حبيبات التربة وبعضها الاخر يخضع للتحلل الحيوي طبقا لمكوناتها ومن ثم بقائها في التربة فترة ما مما يزيد من فرص تسرب جزءا منها للمياه الجوفية.

وعموما فان مبيدات الآفات، المخصبات و مبيدات الحشرات هي المصادر الزراعية الرئيسية لتلوث المياه الجوفية. ومن أمثلة ذلك:

- تسرب المخصبات والمبيدات مباشرة إلى الأرض أثناء التعامل معها.

- التسرب الناجم عن تحميل وغسل معدات رش المبيدات.
- التسرب الناجم عن تخزين الكيماويات الزراعية في مناطق مكشوفة دون حمايتها من الرياح والأمطار.
- مزج ونشر المبيدات والمخصبات مع مياه الري يمكن أن يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية إذا كانت كمية هذه المواد الكيماوية أكبر من حاجة النبات.

كما يمكن للتعامل غير الرشيد مع الآلات والماكينات الزراعية أن يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية بالأصباغ (التي تحتوي على الرصاص والباريوم)، والبنزين وزيوت التشحيم التي تحتوي على مركبات عضوية طيارة، ووقود الديزل (الذي يحتوي على الباريوم)، وسوائل الشطف (التي تحتوي على بقايا المخصبات والمبيدات).

ل- تسرب المياه المالحة:

تتجلي المشاكل الناجمة عن تسرب المياه المالحة في المناطق الساحلية، عندما يتم الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية بصورة اكبر للاصلاح الزراعي او للاستخدام في نمو وتزيين المدن، وزيادة السكان وازدهار الصناعة.

وينقص معدل تغذية المياه الجوفية لهذه المناطق بسبب زيادة السحب من المياه الجوفية وزيادة الطرق ورصف الشوارع، وزحف المناطق العمرانية الشيئ الذي يؤدي لهبوط منسوب المياه الجوفية مما يؤدي إلى تسرب المياه المالحة من البحر في اتجاه الطبقات الحاملة، واختلاطها بالمياه العذبة. ونتيجة لذلك، تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أو الزراعة. وبما ان المياه العذبة اخف من المياه المالحة فانها تطفو علي طبقة المياه المالحة، ويتغير الاتزان الاصلي عندما يتم ضخ الخزان الجوفي وتداخل المياه المالحة محل المياه العذبة.

م- تسرب مياه المجاري:

عند تصميم شبكة خطوط المجاري يراعي عدم تسرب المياه منها. غيـــر ان التسرب يحدث من خطوط المجاري القديمة أو المعطوبة أو مـــن جـــراء الكســـر والتهشم بفعل الحوادث أو الأحمال الثقيلة أو الأنزلاقات الأرضـــية أو الـــزلازل أو فقدان دعامة الاساس. وربما ادي التسرب من المجاري الي رفع نسبة الأكســـجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والنترات والمواد العضوية وربما زادت اعداد البكتريا الممرضة في الميـــاه الجوفيـــة. وفـــي المنـــاطق المكدســـة بالصناعات ربما رفع التسرب من شبكات المجاري تركيز العناصر الثقيلـــة مثـــل الكادميوم والزئبق والرصاص والكروم والكوبالت والحديد والمنجنيز طبقـــا لنـــوع الصناعات السائدة بالمنطقة.

ن- الفضلات الحيوانية:

تتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في مناطق الانتـــاج الحيواني لصناعة الالبان واللحوم. وبازدياد اعداد الحيوانات تفقد التربة المحيطـــة قدرتها علي الامتصاص وتتشبع بسوائل ومواد الروث. ثم تقوم مياه الامطار بحمل الملوثات وربما اوصلتها للمياه الجوفية ومن هذه الملوثات الاحمال العضوية العالية والمركبات النتروجينية والبكتريا والطفيليات الممرضة.

و- أستخدام آبار الحقن:

وهي آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، في الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه المالحة.

إلاّ أنه قد ينتج عن ذلك تسرب هذه النفايات إلى الطبقات العليا الحاملة للمياه العذبة عن طريق الأنابيب عبر المحكمة، أو عن طريق سريانها في اتجاه الطبقات الحاملة للمياه العذبة، عن طريق التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

- مصادر التلوث الطبيعية:

يمكن أحيانا أن تصاب المياه الجوفية بالتلوث دون أن يكون الأنسان وراءه. ويتوقف الأمر على التركيبة الجيولوجية لطبقات الأرض التي تتحرك خلالها المياه الجوفية. وتتحرك المياه الجوفية عبر طبقات صخرية وطينية تحتوي على طائفة واسعة من العناصر مثل الماغنسيوم والكالسيوم والكلور. وتحتوي الجدران الداخلية لخزانات المياه الجوفية على تركيزات طبيعية عالية لمكونات قابلة للذوبان مثل الزرنيخ، والبورون والسلنيوم. ويتوقف تأثير مصادر التلوث الطبيعية هذه على نوع الملوثات وتركيزها. ومن العناصر الموجودة في التربة التي يمكن أن تتحول إلى ملوثات:

الألومنيوم	الباريوم
الكروم	الكلور
الرصاص	الزئبق
السليوم	الصوديوم
الزنك	الزرنيخ
الكلور	النحاس
الحديد	المنغنيز
النيترات	الفضة
الكبريتات	

- الملوثات غير العضوية الرئيسية ومصادرها

جدول 4-2

المادة الملوثة	زراعية	منزلية	صناعية	طبيعية
الأنتيمون		×		×
الزرنيخ	×			×
الأسبتوس		×		×
الباريوم	×	×	×	×

المادة الملوثة	زراعية	منزلية	صناعية	طبيعية
البريليوم			×	×
الكادميوم	×	×	×	×
الكروم	×		×	×
النحاس		×	×	×
السيانيد (ملح حامض الهيدروسيانيك)	×		×	
الفلوريد			×	×
الرصاص	×	×		×
الزئبق	×	×	×	×
النيكل		×	×	×
النترات	×	×		×
النتريت (ملح حامض النيتروز)	×	×		×
السليوم	×	×	×	×
الثاليوم		×		×

- الملوثات غير العضوية الثانوية ومصادرها

جدول 4-3

المادة الملوثة	طبيعية	صناعية	منزلية	زراعية
ألومنيوم	×	×	×	×
كلور	×	×	×	×
حديد		×		×
منجنيز		×		×
فضة			×	×
صوديوم	×	×		×
كبريتات	×	×	×	×
زنك		×		×

● الملوثـــات العضويـــة الطيـــارة ومصـادرهـــا

جدول 4-4

المـــادة الملوثـــة	زراعيـــة	منزليـــة	صناعيـــة	طبيعيـــة
البنزين	×		×	
رابع كلوريد الكربون		×	×	
الأثيلين ثنائي الكلور			×	
الإثيان ثنائي الكلور		×	×	
الميثان ثنائي الكلور			×	
البروبان ثنائي الكلور		×		×
البنزين الإثيلي	×		×	
البنزين الأحادي الكلور	×		×	
البنزين الثنائي الكلور			×	
الزيلين		×	×	
الستيرين			×	
الإثيلين الرباعي الكلور			×	
التولوين			×	
البنزين الثلاثي الكلور	×		×	
الإيثان الثلاثي الكلور			×	
الإثيلين الثلاثي الكلور			×	
كلوريد الفينيل		×		

4-4. التلوث البيئي للانهار والبحيرات العذبة

يعدّ هذا التلوث من أخطر أنواع تلوث المياه على الإطلاق،لأنه يؤثر علـــى مياه الشرب والمياه المستخدمة في الزراعة والري. وينتج تلوث الأنهار والبحيرات،

عن عدة مصادر، منها صرف الملوثات الكيميائية المختلفة الناتجة عن المصانع، والصرف الصحي في هذه الأنهار والمحيطات.

كما أن مخلفات الصرف الزراعي، المحملة بالعديد من الأسمدة العضوية، ومياه السيول المحملة بالمواد الذائبة العضوية والكيميائية، تعد من المصادر الخطيرة لتلوث مياه الأنهار والبحيرات، التي لا يمكن تحديدكميتها أو التحكم فيها. إلاّ أنه في العصر الحديث، ومع ازدياد النشاط الصناعي وتلوث الجو، أصبحت مشكلة الأمطار الحمضية من الأخطار، التي تهدد مصادر المياه العذبة في العالم، بصفة خاصة في البلدان الصناعية. ويبين الجدول التالي بعض انماط تقسيم الانهار حسب قيمة الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الصلبة العالقة وكمية الأكسجين الذائب (هذه القيم تقيس درجة التلوث).

جدول 4-5

نمط النهر	الأكسجين الحيوي الممتص BOD mg/l	المواد الصلبة العالقة T.S.S mg/l	الأكسجين الذائب % D.O
نظيف جدا	اقل من 1	اقل من 4	90
نظيف	2	10	90-75
نظيف	3	15	75-50
مشكوك فيه	5 5	21	اقل من 50
ضعيف	7.5	30	
سيئ	10	35	
سيئ جدا	20	40	

4-5. تلوث نهر النيل وفروعه في مصر كمثال لتلوث المياه العذبة

تلوث المياه هو كل تغيير في الصفات الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه يحد من صلاحيتها، أو يجعلها غير صالحة للاستعمالات المختلفة، وتتعرض المياه السطحية (الأنهار والبحيرات) للتلوث نتيجة لصرف المخلفات السائلة غير المعالجة فيها، ولا يقتصر تلوث المياه على المياه السطحية فقط، بل أصبح تلوث المياه الجوفية مشكلة في كثير من المناطق نتيجة استخدام كميات زائدة من الأسمدة الكيميائية والمبيدات في الحقول الزراعية، ونتيجة صرف المخلفات المختلفة (مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعية) في مناطق غير مؤهلة لذلك، مما يحدث تسرباً لمركباتها الى المياه الجوفية، كما أن صرف المخلفات السائلة المحتوية على تركيزات مرتفعة من المواد المغذية - مثل الفوسفات والنترات - إلى المسطحات المائية يؤدى إلى إحداث ما يعرف بالتخثث أو زيادة المواد المغذية للطحالب والأعشاب في المياه، وينتج عن ذلك نمو الطحالب والنباتات المختلفة: مثل ورد النيل وخس الماء وكرنب النيل وغيرها، ويزدهر نمو هذه الأحياء في الجو الدافئ وفي المياه البطيئة الحركة، ويلحق التخثث أضراراً مختلفة بالثروة السمكية في المسطحات المائية وبالأحياء التي تعيش في القاع نتيجة حجب ضوء الشمس عنها، والإخلال بدورة الأكسجين في المياه، كما يساعد نمو النباتات المختلفة على خلق بيئة مناسبة لتكاثر البعوض والقواقع والحشرات الأخرى الحاملة للعديد من الأمراض.

4-5-1. تلوث نهر النيل

يمثل نهر النيل أحد أنهار القارة الأفريقية الكبرى الذى يبلغ طول مجراه بين المنابع الجنوبية من بحيرة تنجانيقا إلى مصباته عند دمياط ورشيد حوالى 6700 كم وتبلغ مساحة حوضه حوالى 2960000 كم^2 وحصيلته السنوية حوالى 84 مليار م^3 عند أسوان بعد بناء السد العالى عام 1959 وحجز المياه أمامه عام 1964، ويعتبر هذا السد ثان منشآت تخزين المياه عند أسوان حيث كان الأول خزان أسوان

نشأ عام 1902 وتم تعليته عامى 1912 & 1934 وبعد إنشاء السد العالى تكونت بحيرة طولها حوالى 500 كم منها بحيرة ناصر بطول حوالى 300 كم فى مصر والباقى بحيرة النوبة بطول حوالى 200 كم فى السودان ويبلغ مسطح البحيرة عند منسوب 180م فوق سطح البحر حوالى 6275 كم^2 منها حوالى 5248 كم^2 فى بحيرة ناصر بالإضافة إلى 1027 كم^2 فى بحيرة النوبة نظراً لوقوع البحيرة فى قطاع من المناخ شديد الجفاف ودرجات الحرارة العالية لذلك فإن معدلات البخر تصل إلى حوالى 10 مليار م^3 فى السنة بالإضافة إلى ما يتم فقده من البخر نتيجة وجود نباتات مائية مثل ورد النيل والبوص مما يزيد من معدلات البخر إلى درجة خطيرة.

ونهر النيل قناة نقل الماء العذب من الحدود المصرية السودانية (وادي حلفا) إلى المصبات فى البحر المتوسط ويتدرج فى الانخفاض بمعدل متر واحد لكل 12 كم. ويشتمل على مجموعة من الجزر الجرانيتيه عند الشلال الأول كما تمتد بحيرة ناصر بتفرعاتها وامتداداتها فى مصبات الوديان ودلتاواتها.

تلوث فرع رشيد:

هناك العديد من الدراسات وبرامج المراقبة لتحديد اسباب ومصادر ومستوي التلوث لمياه فرع رشيد وفي دراسة هامة للمركز القومي لبحوث المياه عام 1996 اثبتت ان اهم مواقع التلوث الرئيسية لفرع رشيد هي المصارف الزراعية التي تصرف علية مباشرة

وشركتا المالية الصناعية المصرية والملح والصودا المصرية، ومن خلال البيانات والنتائج اتضح نوعية المياه لفرع رشيد متردية للغاية عند مصبات المصارف الزراعية والشركات الصناعية وذلك للاسباب التالية:

أ- معظم المصارف الزراعية تستقبل خليطا من من مياه الصرف الزراعي والصناعي وهذا الخليط يحتوي علي تركيزات عالية من المواد الصلبة والعالقة ونسب عالية من الزيوت والشحوم والمواد العضوية والمركبات النتروجينية.

ب- الأستخدام المفرط الغير رشيد للمبيدات ادي الي وجود بقايا للمبيدات الزراعية وخاصة الكلورنية في مياه فرع رشيد.

ج- مصرف الرهاوي يمثل اخطر مصدر لتلوث الماء لتلقيه الجزء الاكبر من الصرف الصحي والصناعي للقاهرة الكبري بالاضلفة الي مياه مصرف المحيط.

د- المياه الخارجة الناتجة من شركتي المالية الصناعية المصرية والملح والصودا المصرية تخرج دون معالجة وهذا الصرف الصناعي به تركيزات عالية من الملوثات المختلفة.

وجدير بالذكر ان تأثر مياه فرع رشيد بمصادر التلوث المذكورة يعتبر من انواع التأثر المحدود بالقرب من مصب مصدر التلوث علي الفرع ثم تاتي عملية المزج بين المياه الملوثة والمياه المتدفقة من مجري النيل مما يقلل من تركيز عناصر التلوث الا انه مع مرور الوقت واستمرار مصدر التلوث فان التاثر يمكن ان يكون شديدا مسببا اثار بيئية ضارة. ويبين الجدول التالي التحليل الكيميائي لعينات من مياه فرع رشيد.

جدول 4-6

الاختبار	القيمة عند قناطر الدلتا	القيمة عند كفر الزيات	معايير قانون 48/ 1984
درجة الحرارة (مئوية)	25	30	-
الأكسجين الذائب مجم /لتر	8.5	7.0	5.0
الرقم الهيدروجيني pH	8	7.4	9-6

الاختبار	القيمة عند قناطر الدلتا	القيمة عند كفر الزيات	معايير قانون 48/ 1984
القلوية الكلية مجم /لتر	138	164	200–50
الامونيا مجم /لتر	0.61	1.94	0.50
النترات مجم /لتر	1.61	3.57	30.0
الفوسفات مجم /لتر	0.09	0.39	1.0
الاملاح الصلبة الذائبة مجم /لتر	13	18	30
الاملاح الكلية العالقة مجم /لتر	202	282	800
الأكسجين الحيوي الممتص مجم /لتر	3.7	6.6	10
الأكسجين الكيميائي المستهلك مجم /لتر	10	19	20
الزيوت والشحوم مجم /لتر	1.10	1.60	5.0
النحاس مجم /لتر	0.11	0.09	1.0
الحديد مجم /لتر	0.13	0.36	1.0
الرصاص مجم /لتر	0.0033	0.0036	0.05
الكادميوم مجم /لتر	0.006	0.075	0.01
الزنك مجم /لتر	0.051	0.045	1.0
اجمالي بكتريا الكليفورم (عدد /1000 مليميتر)	2000	6500	2500
اجمالي بكتريا القولون (عدد /1000 مليميتر)	1500	4000	1000

تلوث فرع دمياط:

الدراسات وبرامج المراقبة التي تمت لتحديد اسباب ومصادر ومستوي التلوث لمياه فرع دمياط محدودة بالمقارنة بفرع رشيد.

وقد تم اجراء تحليل كيميائي للفرع لتحديد قيم الامونيا خلال الفترة من عام 1982 الي عام 1992 وكانت النتائج كما في الجدول القادم.

جدول 4-7

موقع العينات	الامونيا مجم / لتر	النترات مجم / لتر	اجمالي الكبريتات	تاريخ العينات
المنصورة	لا يوجد	1	135	1982
طلخا	لا يوجد	1	146	
دمياط	لا يوجد	1	260	
فارسكور	لا يوجد	1	264	
فارسكور	0.70	2.9	210	1992

مجموع الاملاح الكلية الذائبة عند محطة فارسكور

جدول 4-8

سنة	جزء في المليون
1990	1316
1993	1156
1995	1434
1996	1221

ويمكن تقسيم المخلفات السائلة التي تصرف في نهر النيل كالتالي:

1) مياه صرف زراعي بها كميات مختلفة من بقايا الأسمدة والمبيدات المستخدمة في الزراعة، وتقدر كمياتها بنحو 6000 مليون متر مكعب سنوياً، منها حوالي 4000 مليون متر مكعب في الوجه القبلي بين أسوان والقاهرة.
2) مخلفات صرف صحي غير معالجة تقدر كمياتها بنحو 1700 مليون متر مكعب سنوياً، منها حوالي 1000 مليون متر في الوجه القبلي.
3) مخلفات صناعية سائلة غير معالجة يختلف تركيزها، وكمياتها من صناعة إلى أخرى، وتقدر كمياتها بنحو 387 مليون متر مكعب سنوياً.
4) مياه تبريد من محطات الكهرباء، وتقدر كمياتها بنحو 3000 مليون متر مكعب سنوياً.
5) ملوثات بشرية وحيوانية مثل الاستحمام في النيل للانسان والحيوان وقيام النساء بغسل الاواني والملابس في مياه الترع بالريف، والقاء جثث الحيوانات النافقة في الترع والانهار والتبول في الترع والمصارف.
6) ملوثات نباتية حيث تتكاثر بعض النباتات المائية مثل ورد النيل وهو من الحشائش المائية الضارة التي تسد القنوات والترع وروافد نهر النيل في كل انحاء مصر والنبات الواحد يتكاثر 150 مرة خلال ثلاثة اشهر، ووجوده الكثيف في اي مسطح مائي يعوق الملاحة وحركة السفن ويستهلك جزءا من مياه النيل، كما يوفر مناخا مواتيا لنمو وتكاثر الكائنات التي تلعب دورا كبيرا في نقل وانتشار الامراض كالبلهاريسيا والدودة الكبدية والاسكارس كما يعرض الاسماك للاختناق والموت.

وقد أدى قرار منع بعض الصناعات والمنشآت من صرف مخلفاتها السائلة في نهر النيل (حتى بعد المعالجة) إلى لجوء هذه المنشآت إلي حيل كثيرة لعل أهمها:

1- اتجاه بعض الصناعات إلى تحويل صرف مخلفاتها السائلة كما هي دون معالجة إلي شبكة الصرف الصحي، ومن شأن هذا زيادة أحمال بعض الملوثات في محطات معالجة الصرف الصحي، مما يؤدي إلى تعقيد عمليات المعالجة فيها أو الإضرار بها كلية.

2- لجوء بعض الصناعات إلى إنشاء بيارات يتم صرف المخلفات السائلة فيها ثم نزحها بصورة دورية بواسطة سيارات خاصة لصرفها في الترع والمصارف المجاورة، مما أدى إلى زيادة أحمال الملوثات في هذه المجاري المائية.

3-قيام بعض الصناعات بتحويل صرف مخلفاتها السائلة إلى المصارف الزراعية المجاورة مما أدى إلى زيادة تدهور المياه فيها، وذلك يعد من عمليات إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في الري.

ونتيجة لذلك توضح التحاليل الكيميائية والبيولوجية نوعية مياه النيل كما يلي:

1- هناك زيادة ملحوظة في ملوحة مياه النيل وارتفاع مستوي حمضيتها وكذلك زيادة الطلب من الأكسجين الحيوي فيها من أسوان إلى القاهرة، وتزداد تركيزات الملوثات الرئيسية في نهر النيل قرب نقاط صرف المخلفات السائلة.

2- مياه النيل قرب القاهرة وفي فرعي دمياط ورشيد أكثر تلوثاً منها في المسافة بين أسوان والقاهرة، ويزداد تدهور نوعية المياه شمالي القاهرة باتجاه دمياط ورشيد، كما أن مياه فرعي دمياط ورشيد تحتوي على تركيزات عالية من بكتريا القولون نتيجة التلوث بالصرف الصحي والملوثات الأخرى الرئيسية، وتتدهور نوعية مياه فرع رشيد في فصل الصيف نتيجة انخفاض كمية الأكسجين المُذاب في المياه بدرجة تؤثر على الأحياء المائية فيه.

3- وبحساب مؤثرات تلوث المياه المختلفة - مثل مؤشر الطلب من الأكسجين وجد أن مياه نهر النيل أصبحت أكثر تلوثاً في عام 1999 عنها في 1985 أو 1990م والتلوث المنتشر في نهر النيل هو تلوث ميكروبيولوجي (أي بالبكتريا والفيروسات المختلفة) نتيجة الصرف الصحي أما التلوث بالمخلفات الصناعية

فينحصر أساساً بالقرب من مناطق الصرف نتيجة عدم التزام الصناعات المختلفة بمعالجة مخلفاتها السائلة قبل صرفها في نهر النيل وفروعه، طبقاً لنصوص القانون 48 لسنة 1982م، أما الاتجاه إلى منع بعض الصناعات والمنشآت من صرف مخلفاتها السائلة في نهر النيل فيعتبر تطبيقاً سيئاً لأحكام القانون ولن يؤدي إلى حل المشكلات البيئية.

4- اشارت دراسة مصرية نوقشت في المؤتمر العالمي عن البيئة الذي عقد أخيراً في استانبول الى أن نسبة الرصاص في المياه قرب مصنع الحديد والصلب تزيد بنسبة 440 في المائة على نسبة الرصاص في المياه قرب فندق الميريديان وبلغت نسبة الزنك 24 ألف ضعف والمنجنيز 500 ضعف. كما أن نسبة الرصاص بلغت اكثر من 500 في المائة عن المعدل المسموح.

واشارت دراسة أخرى الى أن المياه المنصرفة من مصنع الطلاء الكهربائي للمعادن بمنطقة المعادي تزيد نسبة الرصاص بها بنسبة 650 في المائة على المعدل المسموح به دوليا على الرغم من ان هذا المصنع يحتوي على وحدة معالجة للمخلفات الصناعية قبل القائها في النهر!! والمعروف ان زيادة نسبة الرصاص الى هذا الحد تصيب المواطنين بالأنيميا الحادة والمغص الكلوي الحاد وتؤثر على الجهاز العصبي وتسبب التخلف العقلي.

كما أن وجود الكادميوم يدمر الكلى ويسبب الإجهاض والنزيف ويؤدي الزنك الى الضعف وموت الأحياء المائية وان مرض التيفود اصبح مرضاً مستوطناً في مصر نتيجة تلوث مياه الشرب.

ويضيف نفس المصدر: ان بيانات الخطة القومية للعمل البيئي تؤكد وجود اكثر من 9300 وحدة نهرية عائمة تلقي بمخلفاتها وعوادمها في النهر وان اكثر من 330 مصنعاً منها 126 بالقاهرة و85 بالاسكندرية و60 بالدلتا و35 بالصعيد و24 بباقي المحافظات تلقي بمخلفاتها التي تقدر بنحو 550 مليون متر مكعب سنويا في

النيل والترع والقنوات وتتحمل القاهرة وحدها 30 في المائة من اجمالي ما يلقى على امتداد النيل من ملوثات و21% تلقى في فرعي دمياط ورشيد وتمثل خطراً كبيراً على الأراضي المروية وتستهلك الصناعات الكيميائية ومصانع الحديد والصلب 53 في المائة من مياه الصناعة وتنتج اكثر النفايات السامة.

محاذير صرف مياه الصرف الصحي على الانهار والبحيرات:

ان صرف مياه المجاري علي مصادر المياه من ترع ومصارف وانهار وبحيرات له كثير من المحاذير، ويتردد البعض في أستعمال تلك الطريقة للاسباب الأتية:

1. حدوث استنزاف ونضوب للأكسجين الذائب في مياه النهر نتيجة لنشاط الكائنات الدقيقة وخاصة البكتريا حيث ان اعدادها بالملايين في مياه المجاري وتنشط تلك البكتريا وتؤكسد المواد العضوية وتستهلك الأكسجين الذائب الموجود في مياه لنهر مما يؤدي الي انخفاض تركيز الأكسجين الذائب , وهذا الانخفاض في تركيزه قد يصل الي درجة تحد من نشاط الكائنات البحرية الاخري كالآسماك, وقد تؤدي الي نفوقها عند استنفاذ الأكسجين تماما وهنا ينشأ ما يعرف التحلل الذاتي للانهار.

ومن المعروف ان مياه المجاري غنية جدا بالمواد العضوية بالاضافة الي النتروجين والفسفورمما يؤدي الي زيادة عمليات التمثيل الغذائي للطحالب , كما تنشط البكتريا بانواعها المختلفة وتزيد من النشاط والتحلل البيولوجي مما يؤدي الي استنزاف الأكسجين ويترتب علي ذلك قتل اعداد كبيرة من الاسماك والاحياء المائية وبذلك تتعفن المياه لزيادة لنشاط الكائنات اللاهوائية وتصبح غير صالحة للحياه وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التشبع الغذائي Eutrophication.

وتتكرر هذه الظاهرة في كثير من المجاري المائية التي تزداد فيها نسبة المواد الغذائية بشكل كبير، وتظهر بصفة خاصة في البحيرات المغلقة (لعدم تجديد

المياه داخلها) ويقال عندئذ ان البحيرات قد تقدمت بها السن، الي ان ينتهي بها الامر الي ان تتحول الي مستنقعات تتشابك فيها البقايا النباتية وتصعب فيها الملاحة وتصبح غير صالحة لاي نوع من الأستخدام وخاصة اذا كانت تحتوي علي نسبة كبيرة من الاملاح الذائبة.

ويبدا ذلك من خلال ثلاث مراحل:

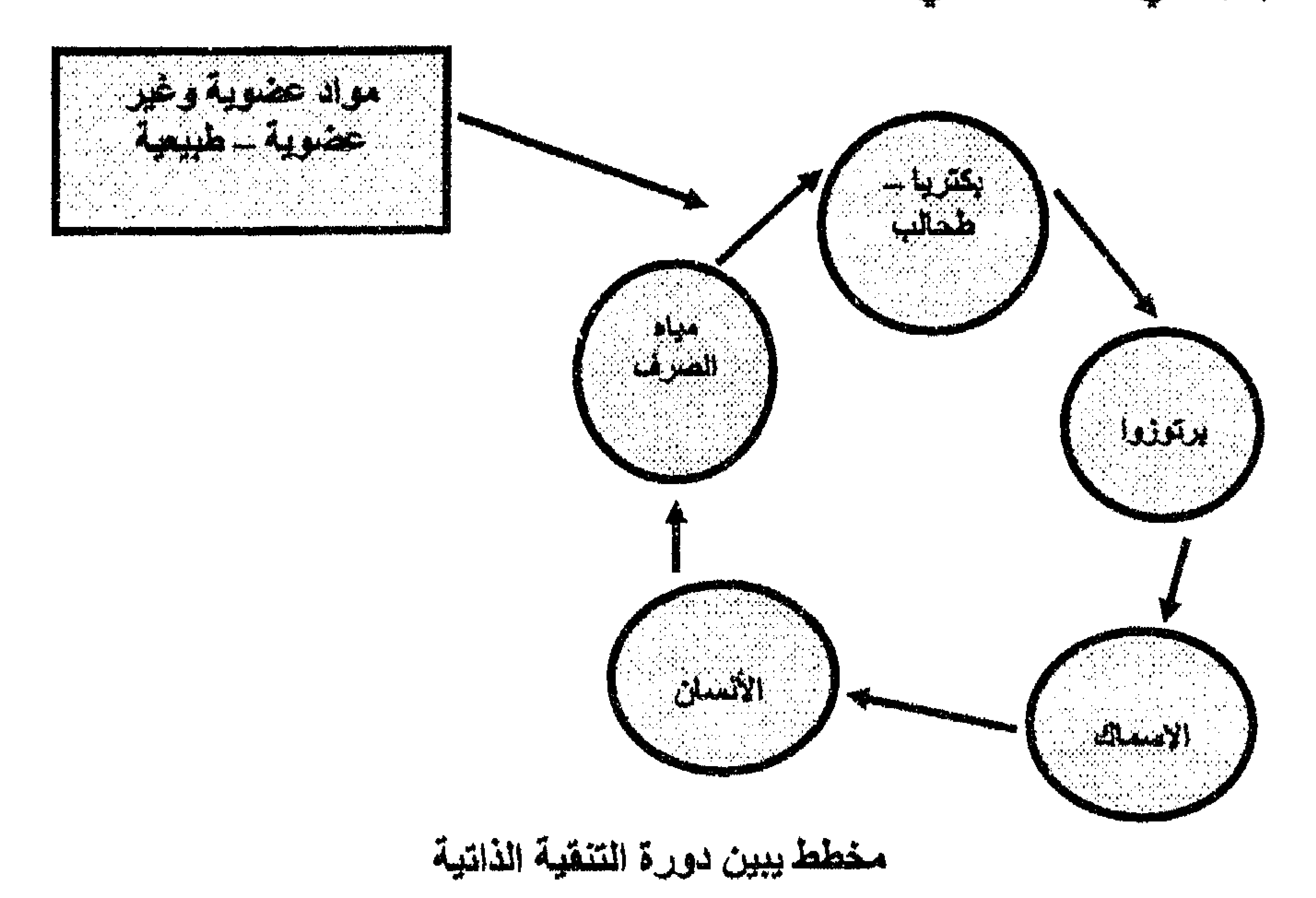
* تتكون طبقة بسيطة من الطحالب ثم تبدا في النمو والتضخم.
* تزيد طبقة الرواسب الفوسفاتية.
* تموت الطحالب الموجودة في القاع (لبعدها عن مصادر الضوء والشمس) مما يؤدي لعدم تعويض الأكسجين لغياب الطحالب وتستهلك البكتريا البقية الباقية من الأكسجين الذائب وبالتالي تموت الاسماك والاحياء المائية.

4-5-3. التنقية الذاتية للمجاري المائية

تشمل المجاري المائية الانهار والبحار والبحيرات العذبة , وتتعرض الانهار والمسطحات المائية عموما الي التلوث الشديد بسبب تصريف المخلفات السائلة بها بطريقة غير قانونية وغير امنة، فهي الوسيلة الارخص والأسهل رغم وجود القوانين التي تحرم صرف المخلفات بدون معالجة، وتحليل مياه النهر عند نقطة معينة يعطي صورة واضحة لخصائص المياه، وتقدير نسبة وتركيز الأكسجين الذائب في النهر يعطي تصور مبدئي لنوعية المياه وقدرة النهر علي استيعاب المخلفات السائلة، ومن المعروف ان درجة تشبع المياه بالأكسجين هي 9 مجم / لتر عند درجة 20 مئوية وضغط 1013 ملي بار، وتبلغ 8.4 مجم /لتر عند 25 مئوية.

فأذا كان تركيز الأكسجين الذائب في النهر اقل من نصف درجة التشبع كان ذلك دلالة علي تلوث المياه بدرجة كبيرة , حيث يجب ان تكون درجة تركيز الأكسجين أكبر من 75% من درجة التشبع حتي يمكن للنهر استيعاب مخلفات جديدة.

وعملية التنقية الذاتية للمجاري المائية توجد علي شكل دورة بيولوجية يمكن توضيحها في الشكل التالي:



مخطط يبين دورة التنقية الذاتية

هناك كثير من العوامل التي تؤثر علي تركيز الأكسجين في النهر وهي:

- التهوية واعادة التهوية
- درجة الحرارة
- عمليات البناء الضوئي
- تنفس الكائنات الحية
- المواد العضوية

التهوية وإعادة التهوية:

يدخل الأكسجين الي المياه عن طريق تلامس الهواء مع المياه، كلما زاد تحرك المياه وتدفقها كلما زاد تشبع المياه بالهواء وهذا يبدو واضحا في مياه الشلالات والمياه المتساقطة من الجبال وعلي الصخور.

ويتضح ذلك من الجدول القادم والذي يبين معدل تبادل تبادل الأكسجين بين الهواء والمياه لانواع مختلفة من المياه.

جدول 4-9

المياه	معدل التبادل مم / ساعة
مياه راكدة	6- 4
مياه في القنوات عند سرعة 0.6 متر /	10
مياه نهر ملوثة بالوحل	20
مياه في القنوات عند سرعة 10 متر/ دقيقة	75
مياه في القنوات عند سرعة 15 متر / دقيقة	130
بحر مفتوح	300
مياه مضطربة	2000 - 300
مياه منحدرة لاسفل بزاوية ميل 30 درجة	3000 - 700

درجة الحرارة:

ذوبانية الأكسجين في المياه تقل بزيادة درجة الحرارة، وهذا واضحا ان كلما زادت درجة الحرارة كلما قل تشبع المياه بالأكسجين، وتزداد الذوبانية ايضا باتساع سطح المياه المعرض للهواء.

عمليات البناء الضوئي:

تنتج النباتات المائية الأكسجين اثناء عملية البناء الضوئي وتتاثر كمية الأكسجين المنتجة بكمية النباتات المائية الموجودة في النهر، وبكمية وشدة الضوء الساقطة علي المجري المائي فشدة الضوء تزيد في الايام المشمسة وتقل في الايام غير المشمسة وتنعدم في المساء لغياب الضوء تماما.

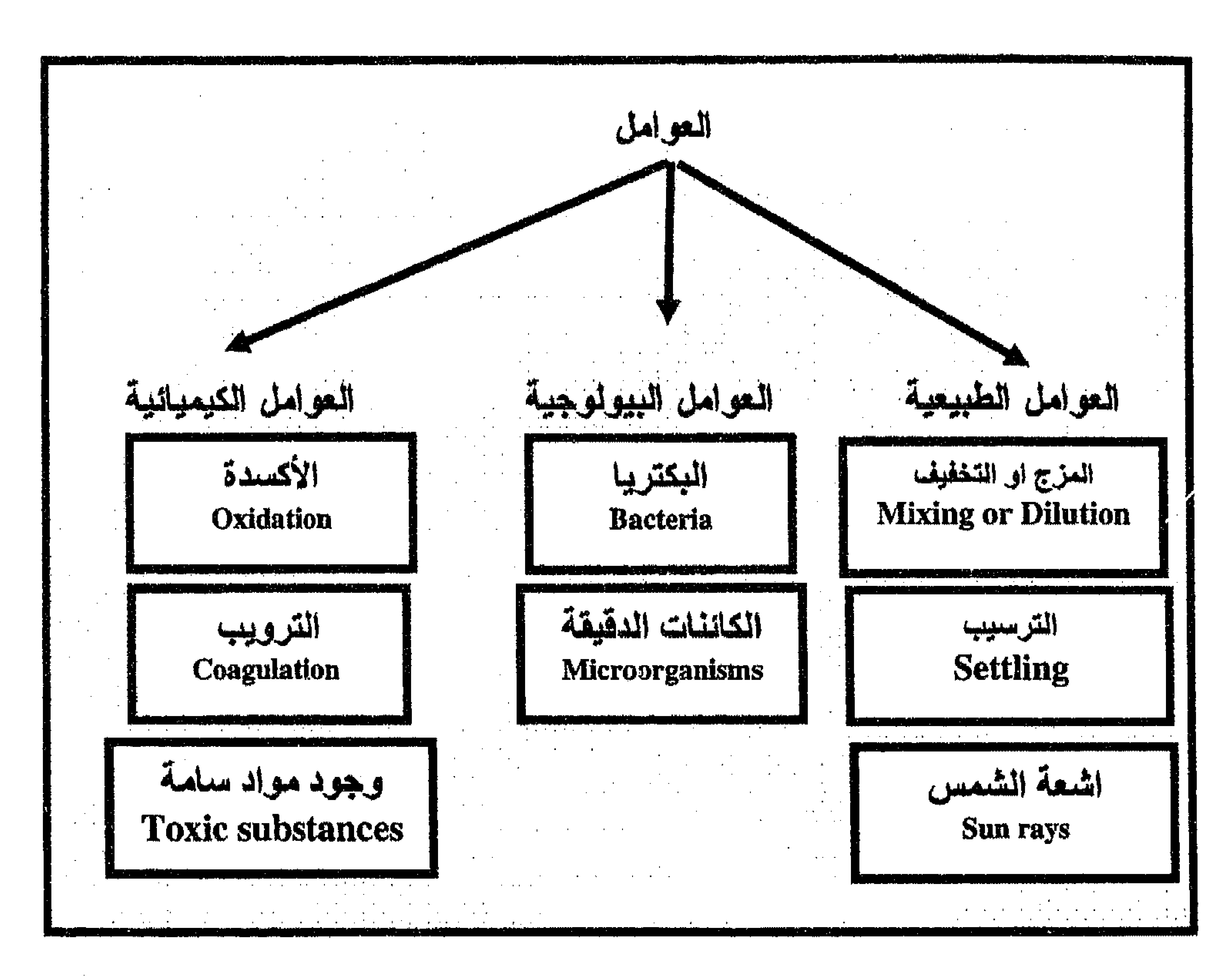
تنفس الكائنات الحية:

الكائنات الحية كالأسماك والقشريات تستهلك الأكسجين وتطلق ثاني أكسيد الكربون، ولهذا فعملية تنفس الكائنات الحية تقلل وتخفض تركيز الأكسجين الذائب في النهر.

المواد العضوية:

المواد العضوية تتاكسد بيولوجيا بفعل الكائنات الدقيقة ولهذا فوجود المواد العضوية يعمل علي نضوب الأكسجين من المياه , وايضا وجود بعض المواد الغير عضوية كاملاح الحديد التي تتاكسد كيمائيا مستهلكة نسبة من الأكسجين الذائب.

العوامل المؤدية الي التنقية الذاتية:



اولا العوامل الطبيعية:

1- المزج او التخفيف:

ان القاء المخلفات السائلة في النهر او المجري المائي هو عملية امتزاج لتلك المخلفات السائلة بالماء, اي انتشار وتوزع المواد العالقة والبكتريا والمواد العضوية في حجم أكبر وهو سائل ايضا مما يسهل عملية الامتزاج وبالتالي يؤدي الي خفض في تركيز المواد الموجودة في المخلفات السائلة وبالتالي خفض وتقليل لاضرارها.

2- الترسيب:

اذا يرسب في قاع النهر او البحيرة المواد العالقة التي لا يقوي التيار علي حملها بعيدا وخاصة عندما يكون النهر ذو تيار ضعيف او متوسط الشدة، وهذه المواد عند رسوبها في القاع تاخذ معها اعدا كبيرة من البكتريا والكائنات الحية الدقيقة حيث تلتصق بالمواد العالقة علي سطحها، والكائنات الدقيقة قد لا تجد البيئة المناسبة لتكاثرها ونموها في القاع وخاصة عند عدم توافر المواد العضوية.

3- اشعة الشمس:

لاشعة الشمس تاثير قاتل للبكتريا لما تحتويه من اشعة البنفسجية، الا ان هذه الاشعة لا تخترق السطح المائي الي اعماق كبيرة خاصة عندما تكون المياه عكرة، كما انها غير ثابتة التركيز سواء خلال فصول العام او خلال اليوم الواحد فتختلف شدتها من وقت لاخر وتنعدم في الليل، والغبار والرطوبة تحد من فاعلية وقوة الاشعة البنفسجية نظرا لتشتيت الضوء.

ثانيا العوامل البيولوجية:

ا- البكتريا:

تحتوي مياه الانهار والبحيرات علي انواع عديدة من البكتريا التي مصدرها الهواء المحيط بالبحر والأمطار المتساقطة وما تجرفه هذه الأمطار من علي سطح الأرض الي الانهار والبحيرات اثناء مواسم سقوط الأمطار، وكذلك المخلفات

السائلة التي تلقي في النهر تعد من المصادر الأساسية للبكتريا وخاصة الممرضـة منها.

والبكتريا الهوائية هي المسئولة عن التنقية الذاتية باكسدتها المواد العضـوية لذا فهي ضرورية لاستكمال عملية التنقية الذاتية للمسطحات المائية.

اما البكتريا المعوية الممرضة التي تخرج مع مخلفات الأنسـان والحيـوان فيتناقص عددها بسرعة عند خروجها من جسم الكائن الحي لاختلاف البيئة الجديدة عن بيئتها الاصلية، وقد اظهرت الابحاث ان كثير من البكتريا الممرضـة تمـوت بمعدل 20 الي 40 % في اليوم بعد وصولها الي المجاري المائيـة، ويقـل هـذا المعدل عندما تكون المجاري المائية غنية بالمواد العضوية والمغذيات.

ب- الكائنات الحية الدقيقة:

وهذه تشمل كثير من الكائنات الدقيقة النباتية والحيوانية التي تسبح حرة فـي الماء، وتتغذي الكائنات النباتية علي المواد الكيمائية البسيطة الذائبـة فـي المـاء والناتجة عن النشاط الايضي للبكتريا، بينما تتغذي الكائنات الحيوانية علي المـواد العضوية مباشرة، وفي نفس الوقت تتغذي كائنات أكبر حجما علي هـذه الكائنـات الصغيرة في اتزان بيئي معتمد علي توازن السلسة الغذائية داخل منظومة النهر.

ثالثا العوامل الكيميائية:

أ. الأكسدة:

وهو العامل الرئيسي في عملية التنقية الذاتية اذ تحتوي المجاري المائية علي أكسجين ذائب بصورة طبيعية وتحتوي ايضا علي بكتريا هوائية , وهذه البكتريا لها القدرة علي تحليل المواد العضوية , واكسدتها الي مواد أبسط ثابتة غير قابلة للتحلل , وهذا بالطبع يؤدي الي نقص تركيزالأكسجين الذائب في المياه لفترة من الـزمن، الا ان التركيز يعود ويزيد الي ما يقرب من درجة التشبع نظرا لمـا تتميـز بـه المسطحات المائية من قدرة علي أمتصاص الأكسجين مـن الهـواء كلمـا نقـص

الأكسجين فيها عن درجة التشبع , كما يعوض ذلك النقص ما تنتجه النباتات المائية من أكسجين اثناء عملية البناء الضوئي.

وبذلك يمكن تقسيم مصدر تعويض الأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة الى:

الأكسجين الممتص من الهواء ويتناسب معدل أمتصاص الأكسجين طرديا مع نقص تركيز الأكسجين عن درجة التشبع , كما تزيد في المجاري المائية ذات التيارات المائية الشديدة والمجاري المائية السريعة وتقل في المجاري المائية البطيئة او الراكدة نسبيا مثل البحيرات المغلقة.

الأكسجين الناتج عن عملية البناء الضوئي وكميته تتاثر بكمية النباتات الموجودة في المجري المائي وبشدة الضوء الساقطة علي المجري المائي وعمق المجري المائي نفسه وعموما شدة الضوء تزيد في الايام المشمسة وتقل في الايام غير المشمسة وتنعدم في المساء لغياب الضوء تماما.

ب- الترويب:

قد يحدث ترويب ذاتي نتيجة لوجود بعض المواد الكيماوية ضمن المخلفات الصناعية المختلفة وهذه الكيماويات قد تتفاعل مع بعضها مكونة مواد تساعد علي الترويب او تكون ندف هلامية سهلة الترسيب في المسطحات المائية او تكون هي نفسها مواد غروية هلامية تترسب بسهولة عند تلامسها مع بعض المواد العالقة.

ج- وجود مواد سامة:

وجود بعض المواد السامة قد تؤدي الي توقف نمو البكتريا الهوائية اوالي موتها كلية مما يعوق عملية التنقية الذاتية للنهر والتي تعتمد اعتمادا كليا علي البكتريا الهوائية.

كل هذه العوامل تؤدي الي تغير في حالة المجري المائي من مجري ملوث يحتوي علي مواد عضوية متحللة الي مجري طبيعي يحتوي علي العناصر الطبيعية المكونة له.

وكما عرفنا ان تركيز الأكسجين الذائب هو المحدد لمدي ودرجة تنقية النهر ذاتيا فانه تم تقسيم مناطق النهر الذي يصب فيه المخلفات السائلة الي أربعة مناطق تتم فيها عملية التنقية الذاتية.

1- منطقة الهبوط 2- منطقة التحلل 3- منطقة التحسن 4- منطقة المياه الرائقة

1- منطقة الهبوط:

وهي نقطة هبوط المخلفات او النفط اتي تليها مباشرة , وتتميز بازدياد عكارة المياه فيها لاختلاطها بالمخلفات , وكذلك بهبوط نسبة وتركيز الأكسجين نظرا لازدياد استهلاك البكتريا للأكسجين الذائب عن معدل تعويض هذا الأكسجين بالأمتصاص من الهواء الجوي أو من الأكسجين المنتج من عمليات البناء الضوئي للنباتات المائية وتمتد هذه المنطقة حتي النفطة التي يصل فيها الأكسجين الذائب الي 40 % من درجة تشبع المياه بالأكسجين.

2- منطقة التحلل Decomposition Zone:

وهي تبدا عند نهاية منطقة الهبوط وتمتد حتي يصل تركيز الأكسجين الذائب الي ادني درجة، ثم يأخذ بعدها الأكسجين في الازدياد – نتيجة لما يعوضه عن طريق أمتصاص الماء للأكسجين من الهواء، ويكون معدل أمتصاص الماء للأكسجين أكبر من معدل استهلاك الكائنات الدقيقة له فيزداد تبعا لذلك تركيز الأكسجين.

وعموما معدل استهلاك البكتريا يقل في هذه المنطقة لنقص كميات المواد العضوية نتيجة تخفيفها بالمياه الموجودة في النهر، وتمتد منطقة التحلل الي النفطة التي يصل فيها تركيز الأكسجين الذائب الي 40% من درجة تشبع الماء بالأكسجين.

والمياه في هذه المنطقة مائلة للون الرمادي ويتصاعد منها الغازات ذات الروائح نتيجة التحلل وتتواجد الرواسب علي جوانب النهر. وقد يتم أكسدة المواد

العضوية دون هبوط تركيز الأكسجين الذائب حتى 40% من درجة تشبع الماء به، اذا انه ليس من المفروض الوصول الي ذلك التركيز للحفاظ علي حياة الكائنات الحية في النهر.

3- منطقة التحسن Recovery Zone

وهي تبتديء عند نهاية المنطقة السابقة، اي عند النقطة التي يكون فيها الماء قد امتص كمية كافية من الأكسجين ليعيد تركيزها الي 40% من درجة تشبعه، وتتميز هذه المنطقة بان المياه رائقة نسبيا وعدم وجود رواسب علي جوانب النهر وباية نمو وتكاثر الكائنات المائية الحية، اي ان النهر يبدأ في التحسن والتعافي.

4- منطقة المياه الرائقة Clear Water Zone

والمياه في هذه المنطقة بها نسبة قليلة جدا من المخلفات وتظهر المياه رائقة جذابة كما انه لم يضف اليها اية مخلفات , ويبدأ النشاط الكامل للكائنات المائية لوفرة الأكسجين الذائب وندرة وجود البكتريا.

وقد اشتق العلماء معادلة يمكن من خلالها التحكم في خواص مياه النهر والتحكم في درجة معالجة المخلفات قبل صبها الي النهر.

وهذه المعادلة كالاتي:

الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه النهر× تصرف النهر + الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه المجاري × تصرف المجاري

= الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه النهر والمجاري معا (تصرف النهر+ تصرف المجاري)

$$(BODr \times Q + BODs \quad q = BODrs \quad (Q+q$$

BODr الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه النهر

BODs الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه المجاري

BODrs الأكسجين الحيوي المستهلك لمياه النهر والمجاري معا

Q تصرف النهر

q تصرف المجاري

4-6. تلوث البحيرات في مصر

تمثل البحيرات والأراضي الرطبة في المنطقة الساحلية من الدلتا، المطلة على البحر المتوسط، نظاماً بيئياً مهماً للطيور المائية المهاجرة. أهم هذه البحيرات، (مريوط)، التي تقع إلى الجنوب من مدينة الإسكندرية،، وليس لها اتصال مباشر بالبحر المتوسط؛ وتدخلها مياه الصرف الزراعي من عدة مصارف، فيرتفع مستوى سطح البحيرة، فيتم التخلص من المياه الزائدة بضخها إلى البحر.

أما بحيرة (المنزلة)، فهي أكبر بحيرات الدلتا، وأكثرها اتصالاً بالبحر، ويزيد عدد الجزر المتناثرة في أرجاء هذه البحيرة عن الألف؛ كما يشغل نشاط الاستزراع السمكي مساحات كبيرة، في جهة الشمال الغربي من البحيرة. وتمثل بحيرة (البردويل) أحد الملامح الهامة في الساحل الشمالي لسيناء، وتشغل نسبة كبيرة من طوله؛ ومياهها عالية الملوحة، ويفصلها عن البحر حاجز رملي؛ ومياهها ضحلة نسبياً، تغطيها حشائش (الحامول). وللبحيرة أهمية خاصة، إذ يصل إنتاجها السمكي إلى 2500 طن في السنة؛ ومعظمه من الأسماك عالية القيمة الاقتصادية؛ ويقطن في البحيرة أعداد ضخمة من الطيور. ويحتوي معظم هذه البحيرات على مساحات كبيرة من المستنقعات، التي تنتشر بها أقصاب (البردي) Typha domingensis، وهو نبات شبيه بالقصب، أوراقه طويلة مستوية، وينمو لأطوال تصل إلى مترين؛ ويكثر وجوده بالخنادق والمستنقعات. وكان صندوق المهد الذي وجدت فيه ابنة فرعون الطفل الرضيع (موسى)، مصنوعاً من أقصاب هذا النبات. كما تشيع في هذه البيئة أنواع من النباتات المائية المغمورة، مثل (ذيل الفرس).

كما أنها – البحيرات – هي المقر الشتوي للآلاف من الطيور المهاجرة؛ وبينها النورس، و(البشاروش)، و(غراب البحر). ومن البرمائيات، يعيش في مياه هذه البيئة (الضفدع الأخضر)، و(ضفدع قصاص)؛ وهو يحمل، في شق من اسمه العلمي، اسم عالم البيئة المصري الكبير، الدكتور محمد عبد الفتاح القصاص.

تلوث بحيرات شمال الدلتا:

تحمل المصارف الزراعية ما يزيد على 16 مليار متر مكعب في السنة من الماء المحمل بالمخلفات الزراعية الصناعية ومخلفات الصرف الصحي إلى بحيرات شمال الدلتا المتصلة بالبحر الأبيض المتوسط، وتعتبر بحيرة المنزلة وبحيرة مريوط من البحيرات الأكثر تلوثاً، فمصرف بحر البقر يمتد لمسافة 190 كيلو متراً من جنوب القاهرة ماراً بمحافظات القليوبية والشرقية والإسماعيلية والدقهلية ليصب في بحيرة المنزلة أي ما يقرب من 845 مليون متر مكعب سنوياً من مياه الصرف الصحي غير المعالجة من هذه المحافظات ومختلطة بها مخلفات حوالي 80 مصنعاً في منطقة القاهرة الكبرى، ولقد أدى هذا التلوث إلى تغييرات بيئية متعددة حول المصرف (يستخدم بعض المزارعين مياه المصرف في الري)، وفي منطقة بحيرة المنزلة مما أدى إلى خفض إنتاجها من الأسماك وارتفاع معدلات تلوث بعض أنواع الأسماك فيها، مما أثر في نوعيتها وتسويقها، أما بحيرة مريوط فتستقبل سنوياً ما يقرب من 370 مليون متر مكعب من الصرف الصحي، ومخلفات المصانع السائلة من منطقة الإسكندرية، مما أدى إلى تدهور الأحوال البيئية في البحيرة، والمناطق المجاورة لها فقد زادت عمليات التحلل اللاهوائية في البحيرة مما أدى إلى ارتفاع تركيزات غاز كبريتيد الأيدروجين المسئول عن الرائحة الكريهة التي تنبعث من البحيرة، ولقد أدى هذا إلى القضاء على الأكسجين المُذاب في المياه، واندثار أنواع مختلفة من الأحياء المائية، وتلوث شديد لبعض أنواع الأسماك فمثلاً بينت بعض القياسات في أوائل التسعينيات ارتفاع تركيزات الزئبق في بعض أسماك البحيرة إلى 1295جزءاً في المليون مقارنة بالحد الأقصى الذى أوصت به منظمة الصحة العالمية وهو جزء واحد في المليون فقط.

والجدول التالي يبين تأثير التلوث على الإنتاج السمكي فى خليج أبــى قيــر الإسكندرية.

جدول 4-10

السنة	الانتاج السنوي بالكيلو جرام	
	في المنطقة الاقل تلوثا	في المنطقة الملوثة
1964	2101300	696400
1965	1726400	476900
1966	1762600	460100
1967	1337700	551700
1968	1083800	480300
1969	940000	260700
1970	877000	123100
1971	982000	81000
النسبة المئوية لنقص الانتاج السمكي	% 58.10	% 88.37

نلوث بحيرة المنزلة:

بحيرة المنزلة – أكبر البحيرات المصرية علي الاطلاق وأكثرهــا اتصــالاً بالبحر، ويزيد عدد الجزر المتناثرة في أرجاء هذه البحيرة عن الألف؛ كما يشــغل نشاط الاستزراع السمكي مساحات كبيرة، في جهة الشمال الغربي من البحيرة.

اذ يبلغ انتاجها السنوي من الاسماك –60 الف طن بنسبة 53% من انتــاج البحيرات الشمالية والذي يقدر ب 172 الف طن سنويا.

كانت مساحة بحيرة المنزلة قبل التجفيف 750 الف فدان 50 كيلو مترا طولا وما بين 30– 35 كيلو مترا عرضا وهي تعادل مساحة البحيرات الثلاث الاخــري مجتمعة وما يقرب من عشر مساحة ارض الدلتا كلها.

تناقصت مساحة البحيرة من 750 الف فدان الي 190 الف فدان عام 1990 حتي وصلت اليوم 125 الف فدان وذلك نتيجة اعمال الردم والتجفيف والتجريــف

في مناطق كبيرة منها فبعد ان كانت تطل علي خمس محافظات اصبحت تطل الآن علي ثلاث محافظات فقط.

من المشاكل التي تعاني منها بحيرة المنزلة وادت الي تقلص مساحتها بنسبة كبيرة واثرت علي انتاجها السمكي هي تعرضها المستمر للتلوث بانواعه وعدم كفاية البواغيز والفتحات والقنوات المغذية للبحيرة بالمياه المالحة والتعدي علي المسطح المائي باقامة الاحواض والسدود وانتشار النباتات المائية والصيد المخالف وصيد الزريعة، وربما تظهر ابشع صور التلوث في تخلص خمس محافظات من مياه الصرف الصحي والذي تبلغ جملته 256 مليون متر سنويا لتلقي بها في بحيرة المنزلة وهذه المحافظات هي الدقهلية وبورسعيد ودمياط عن طريق مصرف بحر البقر والذي تقدر كميات الصرف منه الي البحرية بنحو 107 ملايين متر وكذلك مصرف فاقوس واولاد حمام ومصرف رمسيس ومحطات ضخ السرو والمطرية وفارسكور الاخطر من ذلك هي مصادر التلوث من الصرف الصناعي حيث تصب في بحيرة المنزلة مخلفات 24 شركة ومصنعا بالمحافظات بالاضافة الي الصرف الزراعي بما يحمله من بقايا المبيدات والأسمدة الكيماوية المستخدمة في الزراعة، وقد أكدت نتائج التحاليل التي أجرتها بعض المراكز العلمية وجود املاح الزئبق وأملاح الزنك في مياه البحيرة وفي اسماكها بنسبة عالية مما تسبب في موت الكثير من الاسماك واصيب المتبقي منها بالتسمم واصبح غير صالحا للاستهلاك الآدمى. ويتحمل الصيادون جزءا مما وصل اليه حال البحيرة وذلك بانتهاجهم اساليب مخالفة للقانون في عملية الصيد، كالصيد بالتجريف او التنشيف او الشباك المخالفة او عن طريق الاحواض والسدود العلوية واستخدام المحركات والمواتير عالية القدرة مما يزيد من تلوث البحيرة وصيد الزريعة من جانب فئة لديها الامكانات التي تساعدها علي الهروب بهذه الزريعة لتحقيق الربح السريع ببيعها للمزارع الخاصة دون ملاحقتها من شرطة المسطحات المائية مما أدي الي نقص الاسماك في البحيرة.

تلوث بحيرة مريوط:

فقد دلت الإحصائيات على أن بحيرة مربوط _جنوب الإسكندرية – واحدة من المسطحات المائية التي يتزايد فيها مستوى التلوث يوماً بعد يوم نتيجة لاتساع النشاط العمراني حولها، وقد أثبتت الدراسات الكيماوية لمياه هذه البحيرة أن المحتوى الأكسجيني فيها يتراوح بين (صفر –2.3) ملجم/لتر طول السنة.

واما بركة مطار النزهة وهي منفصلة عن بحيرة مريوط بفاصل صناعي فقد وجد ان المحتوى الأكسجيني لمياهها يتراوح بين8.50 و 10.7 ملجم/لتر على طول السنة وهذا دليل علي أن البركة تستقبل مياه نهر النيل غير الملوثة على حين أن البحيرة تستقبل المخلفات المنزلية والصناعية، وذلك يرفع محتواها من المواد العضوية التي تستهلك الأكسجين خلال عمليات الأكسدة مما ينتج عنه نقص في كمية الأكسجين اللازم لتنفس الأسماك فيؤدى إلى موتها خنقاً.

كما دلت الإحصائيات أن إنتاج البحيرة من الأسماك قد تناقص من (9977815) كجم سنة 1961 إلى (1868600) كجم عام 1967.

ويجب أن نعلم أن جزء من ماء البحيرة يذهب إلي البحر المتوسط قرب منطقة (المكس) عن طريق مضخات للحفاظ على مستوى البحيرة. وهذا الماء الملوث المطرود من البحيرة المريضة والملوثة يسهم مع مخلفات مصنع البترول والكيماويات التي في منطقة المكس فى تلويث المياه الساحلية للبحر المتوسط غرب الإسكندرية. وقد اثر ذلك بالفعل على بيئة ذريعة الأسماك العائلة البورية وسمك موسى في المنطقة. وقد كانت هذه المنطقة قبل سنوات قليلة من أهم مناطق إنتاج الذريعة (صغار الأسماك) التي تغذى بها البحيرات الداخلية والمزارع السمكية الأهلية.

وقد ادي تلوث البحيرة الشديد الي نشوء ظواهر خطيرة منها ما يلي:

- تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين السام ذو الرائحة الكريهة من البحيرة.

- انعدام الأكسجين الذائب في المياه في معظم انحاء البحيرة مما ادي الي اختناق كثير من الاحياء المائية البحرية.
- انعدام صفاء وزرقة المياه وعدم صلاحيتها للسياحة والصيد.
- احتواء البحيرة علي كم هائل من الميكروبات والكائنات الدقيقة الممرضة وخاصة الجزء الشرقي من البحيرة.
- ارتفاع تركيزات السموم في الكائنات البحرية والاسماك بالبحيرة مما يهدد من يتناولها بخطر التسمم.

تلوث بحيرة قارون:

تقع بحيرة قارون فى الجزء الشمالى الغربى للمحافظة الفيوم وتعد من أقـــدم البحيرات الطبيعية فى العالم وهى البقية الباقية من بحيرة موريس القديمة، وتعتبر من البحيرات الداخلية الى لاتتصل بالبحر وتبلغ مساحتها حالياً نحو 53 ألف فـدان فى منخفض الفيوم ويتراوح منسوب البحيرة بين 44.3 متراً و 44.8 متراً تحـت مستوى سطح البحر المتوسط، ويبلغ متوسط عمق المياه بها حوالى 4.2 متراً فى جملته، ويقع أكثر من 75% من مسطح البحيره بين عمق (2–5) ونحو 20% من مسطحها بين عمق (5 – 8) متر، ويغذى البحيرة مصـــرف الـسبطس ومصـــرف الوادى وإثنى عشر مصرفا فرعياً آخر وقد تبين أن هذه المصارف تغـذى بحيـــرة قارون بحوالى 69% من مياه الصرف بمحافظة الفيوم، وتتميز منطقـــة البحيـــرة بوجود تكوينات جيولوجية هامة علمياً وتاريخياً، وبها مجموعات نباتية متنوعـــة، وتتوافد إليها الكثير من الطيور المهاجرة والمقيمة، وقد تم إكتشاف حفريات ثدييـــة بالمحمية يرجع عمرها إلى حوالى 10 مليون سنة، كما ظهرت فيها حفريات أقدم قرد فى العالم وبعض الأشجار المتحجرة، ويوجد بها بعـــض المنـــاطق الأثريـــة الفرعونية والرومانية والقبطية مثل (منطقة الكنائس – معبد الصاغة – معبد قصر قارون) وكذلك يوجد بها بعض الحفريات النباتية والحيوانية كانت مياه البحيرة عذبه ومصايدها مزدهرة حتى عهد قريب، ولكن قل إنتاجها من الأسماك النيليه بسبب:

1- حرمانها من مياه الفيضان العذبة المحملة بالمخصبات كالنترات الفوسفات الضروريه لزيادة الإنتاج الأولى.

2- زيادة معدل البخر بحرارة الشمس نظراً لإتساع رقعة البحيرة.

3- تراكم أملاح مياه الصرف بالبحيرة.

وتبع ذلك إرتفاع ملوحة مياه البحيرة بشكل مطرد عاماً بعد آخر.. فبعد أن كانت ملوحتها حوالى 12 جراماً فى الألف عام 1928 أصبحت ملوحتها اليوم 38 جراماً فى الألف وتتغير هذه الملوحه بتغير منسوب المياه فى البحيرة.

وقد أوضحت الدراسات والبحوث أن الجزء الشرقى والجنوبى من البحيره أقل ملوحة من الجزء الشمالى والغربى ومع إزدياد وتطور ملوحة مياه البحيرة، أصبحت بيئتها تقترب من البيئة البحرية فانقرضت بذلك أنواع الأسماك النيلية مثل القرموط والثعابين والبنى واللبيس والبياض فيما عدا البلطى الأخضر الذى له القدرة على التكيف مع الملوحة بدرجة عالية، وإزدهرت فيها أسماك البورى والطوبار التى تنقل زريعتها للبحيرة بالملايين سنوياً من مراكز تجميع الزريعة ببورسعيد ودمياط والسويس وجمصه، وقد إشتهرت أسماك البورى الفاخرة من بحيرة قارون ببطارخها الكبيرة كما نجحت أيضاً أقلمة أسماك الموسى البحرية وتم نقل زريعة أسماك الدنيس والقاروص وبعض القشريات (الجمبرى) ونجحت تربيتها فى بحيرة قارون وإمتازت بسرعة النمو وجودة المذاق مما يبشر بالخير.

وقد نتج عن نقل زريعة الأسماك البحرية إلى البحيرة بإستمرار أن عمرت البحيرة أيضاً ببعض الأحياء النباتية والحيوانية الأخرى التى تعيش فى البحر المتوسط والتى تأقلمت فى البحيرة عن غير قصد من جراء وجود بعض أطوار نموها مع زريعة الأسماك البحرية الوارده للبحيره وبعضها يصلح كغذاء لأسماك البحيرة، وضمن تلك الأحياء طحلب أحمر من نوع " بوليسيفونيا " والذى إنتشر

بكثره هائلة فى البحيرة، وهو يستخدم كغذاء لمعظم أنـواع الأسـماك الموجـودة بالبحيرة.

تلوث خليج ابوقير بالمخلفات الناتجة عن مصنع ورق راكتا:

صناعة الورق بمصنع راكتا ينتج عنه مخلفات سائلة تقدر بـ50 الف طـن سنويا تلقي جميعها في مياه خليج ابوقير البحري، وتعرف هـذه المخلفـات باسـم السائل الاسود والذي يتكون من مادة هيدروكسـيد الصـوديوم واللجنـين,ومـواد كربوهيدراتية ومواد غير عضوية، ومعظم هذه المواد تنتج من عمليات طبخ قـش الارز لتحويله الي لب ويفقد في هذا السـائل حـوالي 90 % مـن هيدروكسـيد الصوديوم وحوالي 50% من حجم قش الارز المستخدم في التصنيع , وبالتـالي هو يمثل فاقدا اقتصاديا كبيرا الي جانب كونه ملوثا بيئيا خطيرا , وقد كـان يـتم تعويض الكميات المهدرة من هيدروكسيد الصوديوم في السائل بكميات جديدة يـتم شراؤها.

وقد فشلت عملية استرجاع الصودا بالتبخير لترسب السيليكا علـي جـدران افران التبخير، وقد قام فريق بالمركز القومي للبحوث بوضع حل لهذه المشكلة عن طريق الاسموزية العادية باستخدام خزان مكون من جزائين يفصل بينهمـا حـاجز مصنوع من غشاء شبه منفذ احداهما يملا بالسائل الاسود والثاني بالماء وفيه ينتقل هيدروكسيد الصوديوم تلقائيا وبالضغط الاسموزي عبر الغشاء الي الجزء المملوء بالماء.

الفصل الخامس

التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه

5-1. التدهور والتلوث الكيميائي للمياه

5-2. صور التلوث التدهور والتلوث الكيميائي للمياه

5-3. التلوث العضوي للمياه وللبيئة المائية

5-4. صور التلوث الكيميائي العضوي للمياه

تلوث الماء بالمبيدات الكيميائية

تلوث الماء بالمنظفات الكيماوية

تلوث الماء بالنفط ومشتقاته

5-5. التلوث الكيميائي غير العضوي للمياه

تلوث الماء بالاسمدة والمخصبات الزراعية الكيميائية

تلوث الماء بالمعادن الثقيلة والكيماويات السامة

تلوث الماء بالأمطار الحمضية

5-6. التلوث الكيميائي العضوي وغير العضوي للمياه

الفصل الخامس

التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه

5-1. التدهور والتلوث الكيميائي للمياه

يعتبر هذا النوع من التلوث هو الأكبر حجمًا من بين أنواع الملوثات البيئية الأخرى نظرًا لتعدد وكثرة مصادره وتأثيرة الشديد علي البيئة المائية والكائنات المائية، وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية، أو الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. وتعد كثيرةٌ من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات، من نواتج هذه الأنشطة التي يؤدي تسربها في الماء إلى التلوث.

التلوث الكيميائي



صرف المخلفات الكيميائية للمصنع في المسطحات المائية

وهناك العديد من الفلزات السامة الغذائية في الماء، تؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتركيزات كبيرة، مثل الباريوم والكادميوم والرصاص والزئبق.

أمّا الفلزات غير السامة، مثل الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، فإن زيادتها في الماء تؤدي إلى بعض الأمراض، إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية، مثل الطعم وجعله غير مستساغ. كما أن هناك أيضاً التلوث بالمواد العضوية، مثل

الأسمدة الفوسفاتية والأزوتية، التي يؤدي وجودها في الماء إلى تغير رائحته، ونمو الحشائش والطحالب، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الماء، وزيادة البخر. وقد يؤدي في النهاية إلى ظاهرة الشيخوخة المبكـرة للبحيـرات Eutrophication، حيـث تتحول هذه البحيرات إلى مستنقعات مليئة بالحشائش والطحالب، وقد تتحـول فـي النهاية إلى أرض جافة.

5-2. صور التلوث التدهور والتلوث الكيميائي للمياه

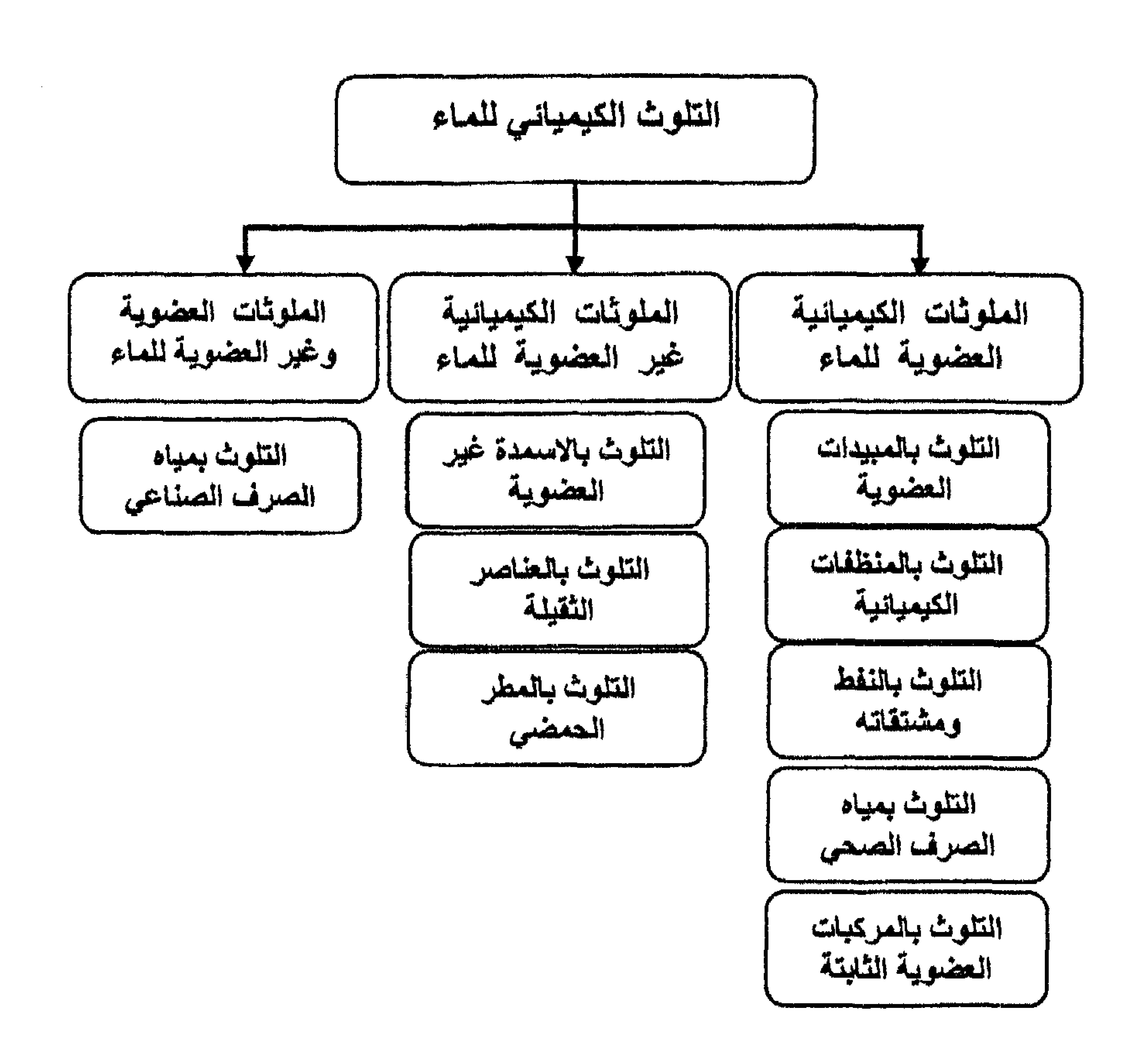
سوف نستعرض صور التلوث القادمة كاحد صور التلوث الكيميائي للمياه. يعتبر هذا النوع من التلوث هو الأكبر حجمًا من بين أنواع الملوثات البيئية الأخرى نظرًا لتعدد وكثرة مصادره والتي من أهمها:

◊ التلوث بالمبيدات الكيماوية
◊ التلوث بالاسمدة والمخصبات الزراعية الكيميائية
◊ التلوث بالمنظفات الكيماوية
◊ التلوث بالنفط والمشتقات النفطية
◊ التلوث بالمعادن الثقيلة والكيماويات السامة
◊ التلوث بمياه الصرف الصناعية والمخلفات الصناعية السائلة
◊ تلوث المجاري المائية بالأمطار الحمضية

ويمكن تقسيم التدهور والتلوث البيئي الكيميائي للمياه حسب طبيعة الملوثات الكيميائية التي تصيب الماء الي نوعين هامين هما:

- التلوث الكيميائي العضوي للمياه
- التلوث الكيميائي غير العضوي للمياه

ويبين الشكل التالي مخطط مبسط للتلوث الكيميائي للماء بنوعيه العضوي وغير العضوي.



5-3. التلوث العضوي للمياه وللبيئة المائية

التلوث العضوي للماء يقصد به التلوث الذي يحدث للماء بواسطة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا بواسطة الكائنات الدقيقة. فكل العوامل والظروف الطبيعية تمكن الاجسام المائية من القدرة علي اكسدة المواد العضوية بدون اي صعوبات او مشاكل في البيئة المائية طالما كان الحمل العضوي لهذ المواد داخل الحدود الامنة وبدرجة لا تؤثر علي مصادر الاكسجين لهذه المياه.

والملوثات العضوية وهي تأتى أساساً من تحلل النباتات والحيوانات. ويعتبر كل من النجيل، وأوراق النبات الساقطة، والمخلفات البشرية والحيوانية، مصادر للتلوث العضوى. وتؤدى زيادة نسبة الملوثات العضوية في نهر ما، إلى نقص مستوى الأكسجين الذي تستخدمه الكائنات الحية الدقيقة في تفكيك المواد العضوية.

وتلك هي الحالة التي يطلق عليها زيادة الطلب من الأكسجين الكيميائي الحيوي. وتلائم المستويات المنخفضة من الأكسجين بعض الكائنات الحية مثل ديدان المجارى والخنافس المائية، أما الكائنات الأخرى التي تحتاج إلى مستوى عالية من الأكسجين فلن تستطيع القدرة على مواصلة الحياة.

والنواتج الثانوية لتفكيك المواد العضوية هي النيتروجين والفوسفور. وتعمل تلك المواد الغذائية كأسمدة، وهي تساعد نمو الطحالب والنباتات المائية. ويؤثر النقص الحادث في كمية الضوء وكمية الأكسجين تأثيرا سلبيا على الحياة المائية الموجودة في هذا المكان.

طبيعة المادة العضوية:

كل مادة يمكنها ان تكون غذءا للكائنات الحية ومصدر للخصول علي الطاقة وبناء خلايا جديدة تعد مادة عضوية، ويمكن تقسيم المواد العضوية طبقا لمصدرها الي قسمين رئيسين هما:

ا- المواد العضوية المصنعة طبيعيا خلال عمليات كيموحيوية.

ب- المواد العضوية المصنعة كيميائيا في المعامل.

يتوقف التلوث العضوي في الماء علي طبيعة المادة العضوية نفسها وهل هي قابلة للتحلل ام لا وما هي درجة تحللها. ومن ثم فان المواد الغير قابلة للتحلل بيولوجيا هي مواد تؤثر علي النظام البيئي بصور ودرجات مختلفة ومن امثلة تلك المواد المبيدات والمنظفات ومركبات الكلورفينولية وغيرها.

وتتدرج المواد العضوية في الماء والتي تستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة الحية الي المواد الاتية:

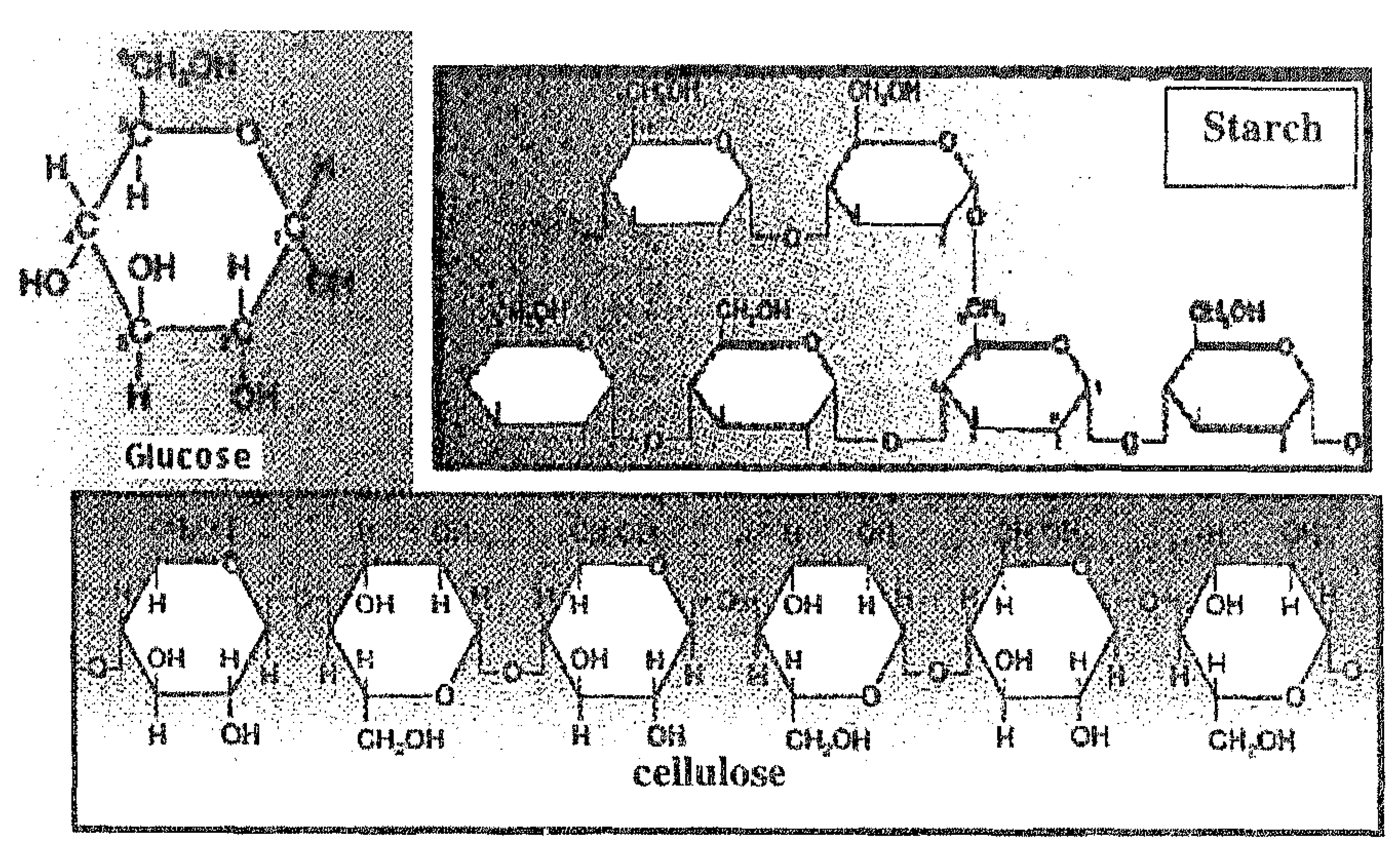
- الكربوهيدرات وهي مواد عضوية كربونية
- الدهون وهي مواد عضوية صعبة التحلل
- البروتينات وهي مواد عضوية نتروجينية

- مركبات الفسفور العضوية والمركبات العضوية الكبريتية
- مواد عضوية اخري كاليوريا

الكربوهيدرات Carbohydrates

وهي مواد عضوية كربونية تحتوي علي الكربون والهيدروجين والاكسجين ويوجد الهيدروجين والاكسجين بنفس نسب تواجدهم في جزيء الماء (2 هيدروجين وواحد اكسجين) وهناك ثلاث اقسام رئيسية للكربوهيدرات وهي:

السكريات الاحادية مثل الجلوكوز والفركتوز والمانوز
السكريات الثنائية مثل السكروز واللاكتوزوالمالتوز
السكريات العديدة مثل النشا والسيليولوز.



شكل يبين صور للكربوهيدرات الشائعة

الدهون Lipids

وهي مواد عضوية صعبة التحلل وهـي تحتـوي ايضـا علـي الكربـون والهيدروجين والاكسجين ولكن ليس كالكربوهيدرات حيث نسبة الاكسجين بالنسـبة للهيدروجين اقل في الدهون عن الكربوهيدرات. والدهون بطبيعتها شحيحة الذوبان في الماء وتذوب في المذيبات العضوية، وكيميائيا الدهون هي استرات للجلسـرول

وتتحلل مائيا بسهولة الي الجلسرين والاحماض الدهنية وبذلك تصبح غـذءا جيـدا لمختلف الكائنات الحية الدقيقة.

□ البروتينات **Proteins**

البروتينات مركبات تحتـوي علـي الكربـون والهيـدروجين والاكسـجين والنتروجين وكمية قليلة من الكبريت، ولان البروتينات تحتوي علي نسبة عالية من النتروجين (16-18%) لذا تعد البرتينات مواد عضوية نتروجينية. والبروتينـات تحلل مائيا الي الاحماض الامينية والتي يسهل علي البكتريا هضمها وتكسيرها.

تحلل المادة العضوية Decomposition of organic matter

تتواجد الكائنات الهوائية واللاهوائية بصورة طبيعية في الطبيعة وفي المياه , ويعتمد نشاط ونمو كل من الكائنات الهوائية واللاهوائية علي توافر ووجود المـادة العضوية ومدي توافر الاكسجين في البيئة المحيطة , فزيادة المادة العضوية داخـل المياه تستنزف الاكسجين الموجود ويقل بالتالي نشاط الكائنات الهوائية ويزداد نشاط ونمو الكائنات اللاهوائية تبعا لذلك.

التحلل الهوائي للمادة العضوية

Aerobic Decomposition of organic matter

وهو الذي يتم بواسطة نشاط الكائنات الهوائية (اي التي تنمو وتنشـط فـي وجود الأكسجين) عند تواجد الأكسجين,حيث يتم تثبيت وأكسدة المـواد العضـوية وينتج عن هذا مركبات ثابتة كاملاح النترات والكبريتات وثاني أكسـيد الكربـون ومواد اخري غير ضارة.

ويتضح ذلك من خلال المعادلات الأتية:

مواد عضوية كربونية+ أكسجين + بكتريا ⟵ ثاني أكسيد الكربون + خلايا بكتيرية جديدة+ ماء

مواد عضوية نيتروجينية + أكسجين + بكتريا ⟵ نترات + خلايا بكتيرية جديدة

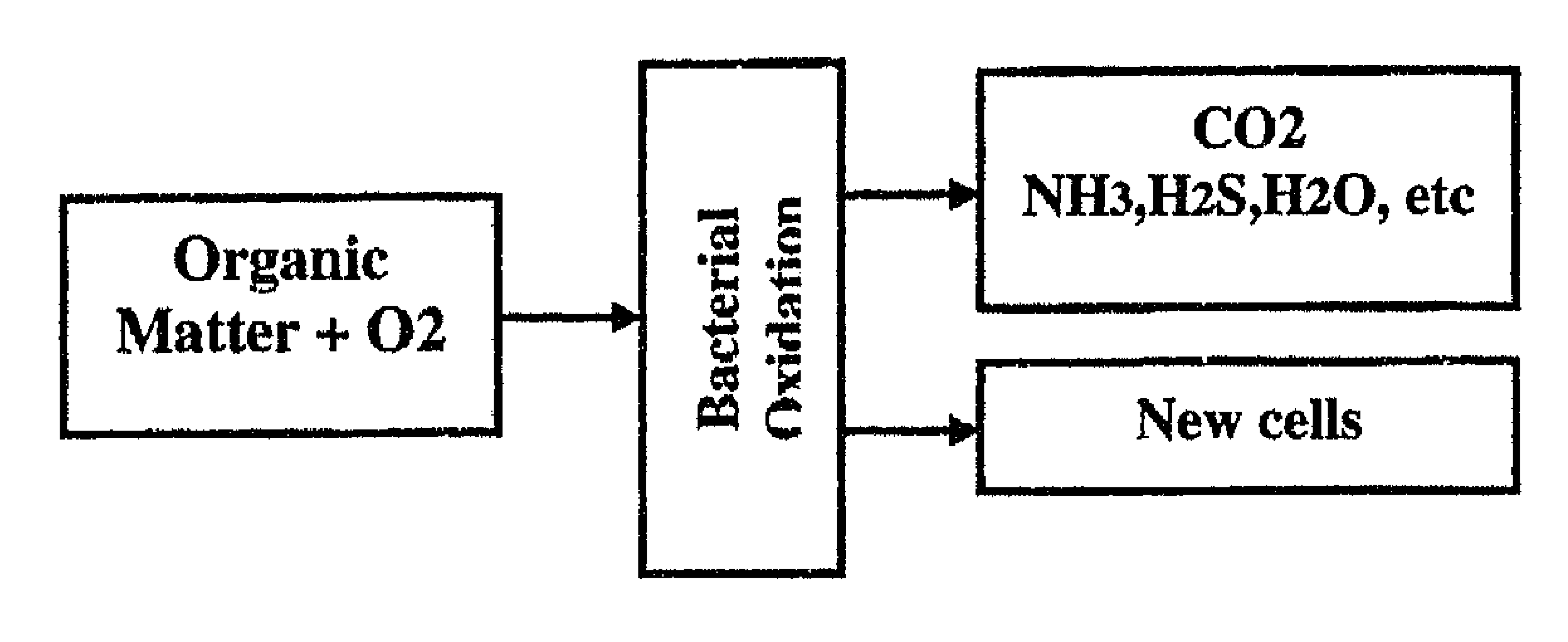
مواد عضوية كبريتية+ أكسجين + بكتريا ⟵ كبريتات + خلايا بكتيرية جديدة

مواد عضوية فسفورية + أكسجين + بكتريا ⟵ فوسفات + خلايا بكتيرية جديدة

ويمكن التعبير عن المعادلات السابقة في معادلة واحدة:

مواد عضوية بها نتروجين وكبريت وفسفور + أكسجين + بكتريا ⟵ ثاني اكسيد الكربون + نترات+ كبريتات+ فوسفات +ماء خلايا بكتيرية جديدة

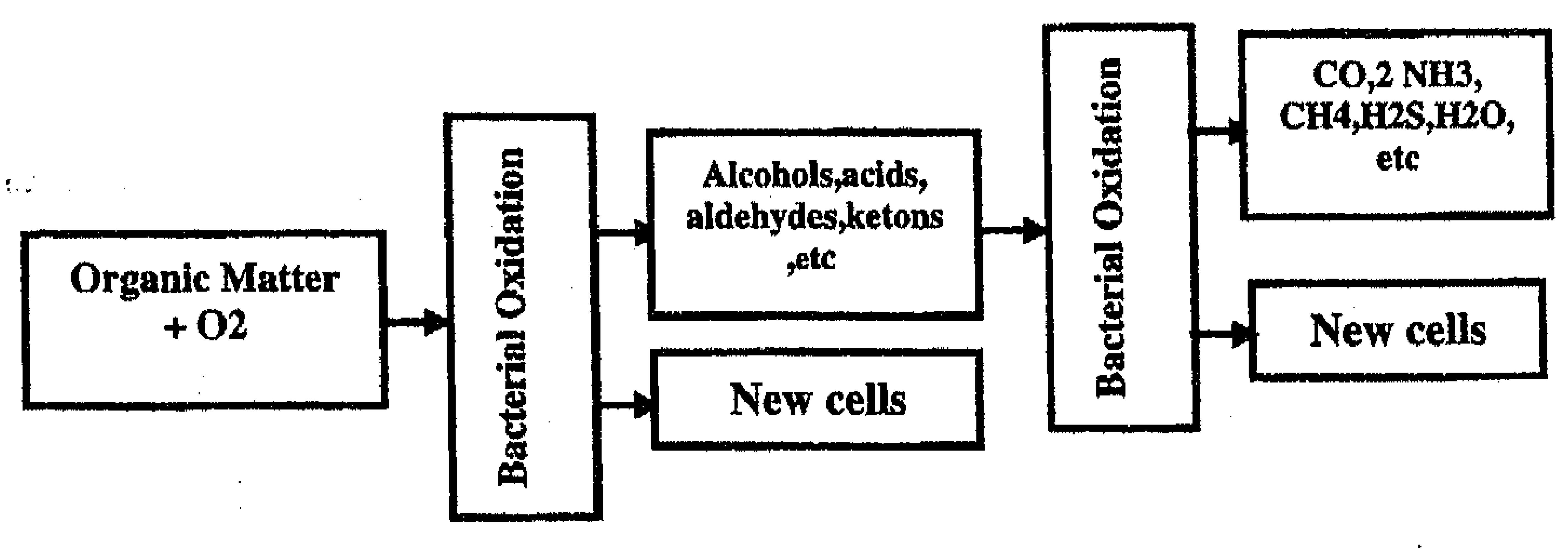
وعموما التحلل الهوائي يتم بصورة اسرع من التحلل اللاهوائي وخاصة عند توافر الأكسجين.



مخطط يبين التحلل الهوائي

Anaerobic Decomposition of organic matter التحلل اللاهوائي

وهو الذي يتم بواسطة نشاط الكائنات اللاهوائية (اي التي تنمو وتنشط في غياب الأكسجين) , وينتج عن هذا التحلل غازات النشادر (الأمونيا) والميثان وكبريتيد الهيدروجين ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة وهذا ما نلمسه نتيجة لهذا التحلل.



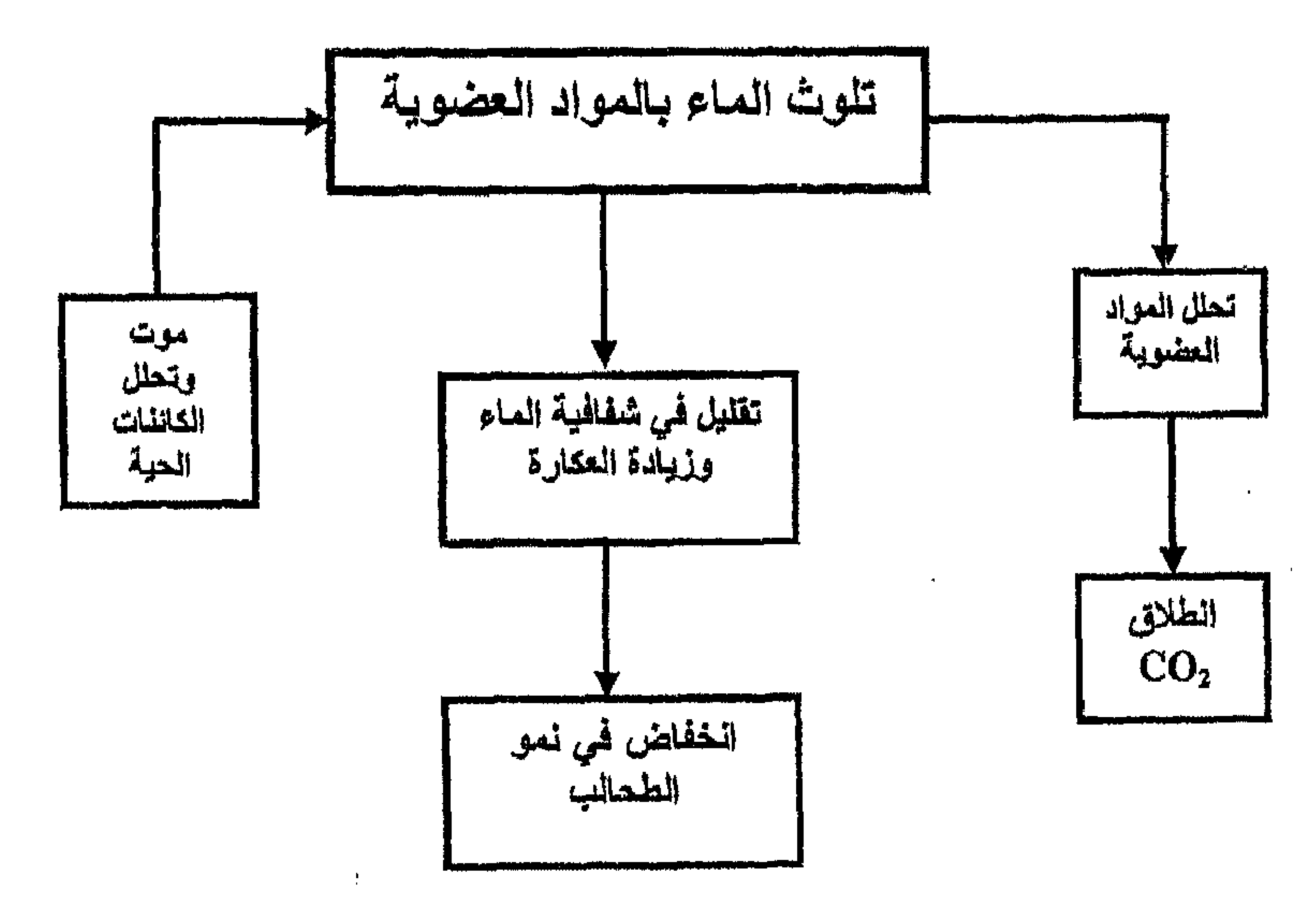
مخطط يبين التحلل اللاهوائي

تاثير التلوث العضوي على النظام البيئي:

للتلوث العضوية تأثيرات عديدة علي النظام البيئي الذي يتواجد فيه وأهم التاثيرات التي تحدثها المواد العضوية علي الماء ما يلي:

- التأثير علي تبادل واتزان الأكسجين الذائب في الماء.
- التأثير علي الصفات والخواص الكيميائية للمجاري المائية.
- التأثير علي نواتج البناء والهدم.
- التأثير علي تنوع الاحياء المائية.
- التأثير علي الكائنات الحية المائية.

ويبين الشكل التالي تأثير تلوث الماء بالمواد العضوية على النظام البيئي:



تأثير تلوث الماء بالمواد العضوية علي النظام البيئي

مؤشرات التلوث العضوي للماء:

هناك مؤشرات تدل علي حدوث تلوث عضوي للماء وهي عبارة عن اختبارت كيميائية تحدد درجة هذا التلوث ومن اشهر تلك المؤشرات الاكسجين الحيوي الممتص والاكسجين الكيميائي المستهلك.

الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) Biochemical Oxygen Demand:

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام فى مجال تحديد التلوث العضوي للمياه ويستخدم ايضا لقياس الحمل العضوي لمياه الصرف الصناعي والصحي، وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوى الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية فى محطات المعالجة. ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوى الممتص الناتج من الزيادة فى المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيرى والأكسجيني بالإضافة إلى زيادة فى قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

يعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا.

الجدول التالي يعطي أمثلة لقيم الأكسجين الحيوي الممتص لانواع مختلفة من المخلفات السائلة.

المخلفات السائلة	قيم الأكسجين الحيوي الممتص مجم/ لتر
مياه الصرف الصحي	100 -300 مجم / لتر
صناعة البيرة والخمور	100-1150 مجم / لتر
مخلفات دباغة الجلود	10000- 25000 مجم / لتر
مخلفات صناعة الورق	1250 - 27000 مجم / لتر
مخلفات صناعة الأدوية	150- 10000 مجم / لتر
صناعة رقائق البطاطس	200 - 4000 مجم / لتر
انتاج الوقود	700 - 6000 مجم / لتر
صناعة الاصواف	500 -1000 مجم / لتر

ويوضح الشكل البياني إحدى التأثيرات المتوقعة من صرف المخلفات الصناعية السائلة على محطة معالجة للصرف الصحى. فى هذا المثال فإن معدل تحلل مياه الصرف الصناعى يأخذ منحنى ثابت فى حين أن المنحنى الممثل لمعدل التحلل للصرف الصحي يقل ويكون ثابتا لفترة ثم تبدأ بعدها عملية أكسدة المواد النيتروجينية. أما المنحنى الخاص بخليط الصرف الصناعى والصحي فإنه يوضح تأثير الصرف الصناعى على إبطاء عملية الأكسدة السريعة فى حالة الصرف الصحى.

يتم تحديد الأكسجين الحيوى الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة فى عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوى الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين فى زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط. يتم وضع الزجاجات فى حضانة لمدة خمسة أيام على درجة 20°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين فى زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي فى الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام فى حساب الأكسجين الحيوى الممتص مقدرا بـ مجم/لتر.

وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) في الآتي:

* تحديد كمية الأكسجين اللازمة للتثبيت البيولوجي للمادة العضوية الموجودة بمياه الصرف.
* تحديد قدرة محطات معالجة مياه الصرف.
* قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة.
* تحديد مدى التوافق مع الحدود القانونية للصرف الصناعي.

الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD (Chemical Oxygen Demand)

الأكسجين الكيميائي المستهلك يعتبر قياس للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا) .

ويعرف الاكسجين الكيمائي المستهلك بانه كمية الاكسجين المطلوبة لاكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ويتميز الاختبار بانه مقياس لجميع المواد العضوية القابلة للتأكسد سواء اكسدتها بالبكتريا او التي يصعب اكسدتها بها

ويستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية فى مياه الصرف الصناعي التى تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويستم بأكسدة المركبات المختزلة فى مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك والكروميك فى درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (COD) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائى المستهلك.

وبشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائى المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوى الممتص لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا والبعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا، وبالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائى المستهلك والأكسجين الحيوى الممتص. وهذا يعتبر ذو فائدة لأن الأكسجين الكيميائى المستهلك يمكن تعيينه خلال 3 ساعات فقط بالمقارنة بالأكسجين الحيوى الممتص والذى يلزم لتقديره 5 أيام. وعندما تحدد العلاقة بينهما فإن قياسات الأكسجين الكيميائى المستهلك يمكن استخدامها كمؤشر لكفاءة عمليات التشغيل والتحكم فى محطات المعالجة.

وفى الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائى المستهلك إلى الأكسجين الحيوى الممتص 1.5 : 2 فى مياه الصرف الصناعى التى تحتوى على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (COD/BOD) أعلى من 3، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة فى العينة ليست بيولوجية التحلل. فى بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة فى مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية والورقية.

5-4. صور التلوث الكيميائي العضوي للمياه

هو التلوث بالملوثات الكيميائية العضوية التي تصيب الماء من مصادر مختلفة، ومن اهم صور التلوث الكيميائي العضوي للمياه هي:

- ◊ التلوث بالمبيدات الكيماوية العضوية
- ◊ التلوث بالمنظفات الكيماوية
- ◊ التلوث بالنفط والمشتقات النفطية
- ◊ التلوث بالملوثات العضوية الدائمة
- ◊ التلوث بمياه الصرف الصحي

اولا تلوث الماء بالمبيدات الكيميائية العضوية

المبيدات Pesticides هى مواد كيميائيه تقضى على الكائنات الحية غير المرغوب فيها ومنها المبيدات الحشرية (Insecticides) التي تستخدم في مكافحة الحشرات الضارة، والمبيدات العشبية (Herbicides) التي تستخدم في مكافحة الأعشاب الضارة، والمبيدات الفطرية (Fungicides) التي تستخدم في مكافحة الفطريات الضارة التي تسبب مرض النبات، ومبيدات القوارض(Rodenticides) التي تستخدم في مكافحة الفئران وسائر القوارض الضارة. وهناك بعض المبيدات التي تستخدم في تطبيقات صناعية مختلفة مثل مبيدات الطحالب ومبيدات الجراثيم

وغيرها. تشترك المبيدات في كونها تتدخل لوقف العمليات الحيوية في الكائن الحي غير المرغوب فيه بشكل أو بآخر، لذا فهي تعتبر سامة. تعتبر المبيدات الكيميائيـة ملوثات خطيرة للغلاف الجوي والبيئة المائية، كما تعمل عادة على قتل العديد مـن الكائنات الحية غير المستهدفة مع الكائنات الضارة المستهدفة. ويمكن تقسيمها مـن الناحية الكيميائية الناحية الكيميائية إلى قسمين رئيسيين المبيدات التي يـدخل فيهـا الكلور (Chlorinated Pesticides) ومـن أشـهرها الـدي دي تـي (DDT) والمبيدات الفوسفورية العضـوية (Organophosphorous Pesticides) ومـن أشهرها الباراثيون (Parathion.

قد ساهمت الزراعة حديثاً في تلوث المياه تبعاً لاحتياج المزروعات للمبيدات الزراعية، إذ تجرف هذه المركبات بواسطة السيول التلـوث بمركبـات النيتريـت والنترات والكبريت والامونيوم وأملاح الفوسفور ومن المبيدات الشائعة الاسـتعمال الكلور العضوية وهي مركبات ثابتة يتطلب تفككها سنوات عديدة ونتيجة الاستعمال المفرط والخاطئ للمبيدات بأنواعها وكون النباتات والمحاصيل عامـة لا تمـتص المبيدات إلا وفق قدرتها واحتمالها فإن كميات هائلة من هذه المبيدات يبقـى فـي التربة مسببة بذلك مشكلة بيئية لها آثارها السلبية الخطيرة ومن المعلوم أن المبيدات ومع هطول الأمطار أو الري تتسرب في طبقات الأرض مسببة بذلك تلوث الميـاه السطحية والجوفية أو تتبخر بفعل حرارة الشمس وتسبب تلوث الهواء المحيط عدا عن ذلك تقتل المبيدات الكائنات الحية الدقيقة النافعة في التربة محلة بذلك التـوازن الدقيق والهام في بيئة التربة.

كما وتحدث المبيدات تغيراً في الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة وتـؤثر بذلك على الإنتاجات الزراعية كما وتساهم المبيدات في تحويل الآفات الثانوية إلـى آفات رئيسية، وتعاني العديد من دول العالم الثالث من مشكلة الاستعمال الخاطئ للمبيدات حيث يظن الكثير من المزارعين أنه بزيادة استعمال المبيدات يمكن القضاء على الآفات الزراعية بشكل افضل.

وتؤثر المبيدات أيضاً على صحة الأنسان بشكل مباشر وخصوصاً هؤلاء الذين يتعاملون مع المبيدات بشكل مباشر عن طريق الرش أو خلط المواد الكيماوية من غير اتخاذ الاحتياطات الواقية مثل الاقنعة وغيرها، حيث تتراكم هذه المواد في جسم الأنسان وتؤدي في كثير من الأحيان إلى حدوث اصابات سرطانية كما يمكن أن ينشأ عن استعمال المبيدات الخاطئ. طفرات جينية ينتج عنها تشوهات في الاجيال القادمة.

ويتكون المبيد في شكله النهائي المعد للاستخدام من مادة فعالة، يتم انتاجها في معامل خاصة بتصنيع هذه المواد الكيماوية , ويتم خلط هذه المادة او المواد الفعالة بمجموعة اخري من المواد الكيميائية (كمواد مالئة او معبئة) ومجموعة من الزيوت المختلطة وواحد أواكثر من المذيبات كالكيروسين وبعض العناصر الرابطة لمكونات المبيد واخري حاملة للمواد الفعالة. تنقسم المبيدات عامة الي اكثر من نوع طبقا لعدة صور فهي تنقسم تبعا:

◊ لصور تركيبها واستخدامها
◊ لتأثير المادة الفعالة
◊ لاستقرارها في مكان التلوث

تنقسم المبيدات من حيث صور تركيبها واستخدامها الى:

1- المستحضرات السائلة: وتشمل المركبات الزيتية والمركزات القابلة للاستحلاب والمركزات المائية والمحاليل الزيتية.
2- المستحضرات الجافة: وتشمل المساحيق الأساسية او المركزة والمساحيق القابلة للانتشار في الماء ومساحيق التعفير العادية والحبيبات والمساحيق القابلة للانسياب مع الماء والاقراص والمحببات القابلة للانتشار والتفرق في الماء.
3- الايروسولات: وهي محاليل للمادة الفعالة في المذيب المناسب بالاضافة الي المادة الغازية الحاملة تحت ضغط معين.

4- الطعوم السامة.

5- مبيدات تغطية البذور.

6- مستحضرات الكبسولات.

كما تنقسم المبيدات من حيث تأثير المادة الفعالة بها الي الأنواع التالية:

1- السموم القاتلة للبرمائيات والزواحف.

1- المواد المضادة للميكروبات.

2- المواد الجاذبة للأفات.

3- السموم الطاردة للطيور.

4- المبيدات الفطرية وهي تقسم الى:

(أ) مبيدات واقية من الفطريات وهي مواد عضوية او غير عضوية.

(ب) مبيدات قاتلة للفطريات.

5- مبيدات الحشائش وهي موادعضوية اوغيرعضوية

6- المبيدات الحشرية وتشمل مواد ابادة الحشرات في كافة اشكالها واطوار نموها وهي:

(أ) اما ان تكون مبيدات عضوية او نباتية او ميكروبية

(ب) مواد اخري لمكافحة الحشرات مثل:

1. الهرمونات الحشرية.
2. طاردات الحشرات.
3. الفيرمونات (جاذبات الجنس).
4. كيماويات تسبب العقم للحشرات.
5. مضادات الاكرسات وهي قد تكون فطرية او غير فطرية.

7- السموم القاتلة للحيوانات اللافقارية أوالطاردة لها مثل مبيدات القواقع المائية والبرية.

8- السموم القاتلة للثدييات او الطاردة لها.

9- مبيدات النيماتودا مثل:

(أ) مدخنات النيماتودا

(ب) معقمات التربة

(ت) مبيدات النيماتودا غير المدخنات

10- مبيدات القوارض والتي تشمل على:

(أ) المدخنات

(ب) مضادات التجلط

(ج) مبيدات اخري

11- المواد المثبطة لنمو الكائنات الدقيقة

12- منظمات النمو للنبات والهرمونات مثل:

(أ) منشطات النمو للنبات.

(ب) مقصرات سوق النبات.

(ج) مسقطات الاوراق.

(د) محثلت الثمار ومسرعات الازهار.

(ه) محثات تساقط الثمار.

وتنقسم هذه المبيدات من حيث استقرارها في مكان التلوث إلى:

- ◊ مبيدات تستقر في مكان التلوث لفترة طويلة
- ◊ مبيدات تستقر لفترة متوسطة
- ◊ مركبات لا تستقر في التربة والماء

1. مبيدات تستقر في مكان التلوث لفترة طويلة:

تشمل هذه المبيدات مركبات الكلور الهيدروكربونية مثل د.د.ت وألدرين وهبتاكلور وكلوردين ولندين وتوكسافين.

وتتميز هذه المبيدات بأنها تتحلل كيميائيا ببطيء في التربة والماء بواسطة المكروبات بدرجة كبيرة بواسطة التفاعلات الكيميائية والتفاعلات الضوئية بدرجة أقل، ونظرا لأن هذه المركبات تستقر في التربة والماء لفترة طويلة، فإنها تعتبر من أخطر المبيدات على النباتات والطيور والحيوانات والكائنات المائية.

2. مبيدات تستقر لفترة متوسطة:

وتشمل هذه المركبات مبيدات الأعشاب الضارة، مثل مركبات ترايازين ومركبات فينيل يوريا، وتتحلل هذه المركبات كيميائيا في التربة والماء في فترة زمنية أقل من المجموعة السابقة، وذلك بتأثير التفاعلات الكيميائية والتفاعلات الضوئية، ولذلك فإن هذه المركبات تعتبر أقل خطرا من المجموعة السابقة على الحيوانات والطيور والكائنات المائية والنباتات.

3. مركبات لا تستقر في التربة والماء:

تستقر هذه المركبات في التربة والماء قبل أن تتحلل كيميائيا، وذلك لفترات قصيرة تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أسابيع أو شهور وتشمل هذه المركبات مبيدات الأعشاب من مجموعة فينيل كاربامات ومبيدات الفطور من مشتقات دايثايوكاربامات، بالإضافة إلى مركبات الفوسفور العضوية ومركبات كربامات التي تستخدم كمبيدات حشرية.

وهذه المركبات، وإن كانت تتحلل كيميائيا في فترة قصيرة، إلا أن بعضها قد يمثل خطورة على الأنسان والحيوان، حيث أن بعضها، مثل مركبات دايثايوكاربامات، قد يتحول في التربة إلى مواد مسببة للسرطان.

ومن هذه المبيدات التي تؤدي إلى حدوث تلوث بسبب استعمالها الخاطئ.

1. 1. مبيدات الاعشاب:

والتي ممكن أن تقضي على ساحات شاسعة من النباتات المائية وأشجار الغابات وحدوث طفرات جينية أدت إلى تشويهات بالمواليد مثل تشققفي سقف الحلق

والشفاه، والولادة المنغولية، عدم وجود اطراف أو تشويه في تكوين الأطراف وتشويه في العامود الفقري.

2. 2. المبيدات الفطرية:

يوجد فطريات تسبب خسارة فادحة في المحاصيل الزراعية لذا يستعمل المزارعون بعض الكيماويات التي تقضي عليها ومنها المركبات التي تحتوي على النحاس والتي عند استعمالها لسنوات طويلة تحدث تلوثاً للتربة بالنحاس، وتتأثر تبعاً لذلك البيئة النباتية والحيوانية وهناك مركبات يدخل في تركيبها الزئبق وهو ملوث بيئي هام فهو يخزن بواسطة الأحياء وينتقل عبر السلسلة الغذائية.

2. 3. المبيدات الحشرية: يوجد منها:

المركبات العضوية الفوسفورية هذه المركبات سامة جداً ويجب على الشخص الذي يستعملها أن يلبس الملابس الخاصة التي تمنع وصولها إليه وممكن أن تؤدي هذه المركبات إلى الموت وهنالك مركبات يكمن خطرها البيئي في فعالية تراكمها في الأجسام الحية حيث تؤدي بعضها مثل (البراتيون) إلى أحداث أضرار عطلية تؤثر على حركة الثدييات.

المركبات العضوية الكلورية تسمى بالملوثات البيئية ومنها D..D.T الذي استعمل بكثرة للقضاء على بعوض الملاريا والقمل والحامل للتيفويد، وعلى الآفات الطبية الزراعية ولم يكن تأثيره من قبل سام على الأنسان.

اضرار المبيدات على البيئة الزراعية:

تتمثل اضرار المبيدات علي البيئة الزراعية في الاتي:

- تحويل بعض الأفات الزراعية الثانوية الي افات رئيسية، نتيجة موت اعدائها الطبيعية.
- زيادة قدرة الأفات على تحمل تركيزات عالية من المبيدات، نتيجة تكرار الرش بنفس المركب أو مركبات متشابهة لعدة مرات.

- قتل كثير من الكائنات والحشرات النافعة للانسان مثل الهدهد وابوقردان وحشرة النحل النافعة.
- تلوث المحاصيل وخاصة الخضر والفاكهة , نتيجة قطفها بعد الرش وقبل الموعد المحدد بغرض الربح.
- زيادة نسبة متبقيات المبيدات ونواتج تحطمها وتحللها التي قد تكون اشد سمية من المركب الام في التربة والهواء المحيط ومياه الصرف الزراعي.
- الاضرار بسياسة تصدير الحاصلات الزراعية في حالة تجاوز مستوي متبقيات المبيدات الحد المسموح به لدي الدول المستوردة.
- فقد بعض المحاصيل الثانوية مثل ما حدث في اليابان عندما فقد الفلاح هناك العائد الاقتصادي الاضافي المتمثل في محصول الاسماك التي كان يربيها في حقول الارز المغمورة بالمياه.
- اكتساب بعض الأفات المناعة من التركيزات المستخدمة مما يؤدي لزيادة التلوث أو تغيير المبيد وأضافة مواد سامة جديدة.

والجدول التالي يبين تراكم مبيد DTT عبر السلسلة الغذائية ابتداء بالماء

جدول 5–1

الكائن او المصدر	التركيز (جزء في المليون)
الماء	0.0005
البلانكتون	0.04
المنوة (نوع من السمك الاوربي الصغير)	0.23
رأس الخروف (نوع من السمك الصغير)	0.94
الكراكي (سمك صغير مفترس)	1.83
السمك الابري (سمك صغير مفترس)	2.07
مالك الحزين (يتغذي علي السمك)	3.57

التركيز (جزء في المليون)	الكائن او المصدر
3.91	الخرشنة (طائر مائي يتغذي علي السمك)
6.00	دجاج الماء
22.80	الاوز المتوج (طائر يتغذي علي السمك)
26.4	غراب الماء (طائر يتغذي علي السمك المفترس)
المصدر: الموسوعة الجغرافية المصغرة	

والاسماك من الكائنات المائية التي ينتشر ويتراكم في اجسامها بقايا المبيدات، وقد اجريت دراسة تقدير تركيزات اربعة من المبيدات الحشرية في الاسماك عن طريق تحليل النسيج العضلي للاسماك والمبيدات التي شملتها الدراسة وهي اللندين – الاندرين– د.د.ت– بنزين كلوريد واظهرت نتائج البحث ما يلي:

جدول 5-2

أسم البحيرة	نسبة وجود المبيدات في الاسماك			
	نسبة مبيد بنزين كلوريد	نسبة مبيد اللندين	نسبة مبيد الاندرين	نسبة مبيدد.د.ت
المنزلة	%62.25	% 25.0	%50.0	%87.5
البرلس	% 71.40	%14.30	%42.8	%100.0
ادكو	%83.30	%66.6	–	%66.60
مريوط	%83.30	%50.0	%16.7	%100.0

السلسة الغذائية والمبيدات:

مثّل أحد العلماء السلسلة الغذائية التي تتأثر بواسطة المبيدات بقوله إن حشرة صغيرة قد تأكل حافة أحد أوراق النبات الملوث بالمبيد الحشري، ثم تأتي حشرة أكبر فتلتهم عدداً من هذه الحشرات الصغيرة، ويأتي بعد ذلك عصفور نهم

فيأكل أعداداً كبيرة من هذه الحشرات، وأخيراً يأتي صـقر مفتـرس فيلـتهم هـذا العصفور والملاحظ إن كل خطوة مـن هـذه الخطوات تؤدي إلى تركيز المبيـد الحشري في جسم الحيوان، ويبلغ هذا التركيز حدّهُ الأقصى في جسم الحيوان الذي في نهاية السلسلة ويكون مأكولاً للإنسان.

ويبدو تأثير هذه السلسلة في كثير من الأماكن ففي بحيـرة (كليـر) بولايـة كاليفورنيا يستعمل بنسبة ضئيلة من مبيد الحشرات يماثـل الــ(دي دي تـي) يعرف باسم (دي دي دي) بتركيز لا يزيد عن 14% مـن المائـة جـزء فـي المليـون للقضاء على إحدى الكائنات غير المرغوب فيها، ووجودها في مياه هـذه البحيرة، ومع مضي الوقت لوحظ موت بعض الأسماك التي تعـيش فـي هـذه البحيرة كذلك بعض الطيور والبط البريّ.

وقد تبين في التحليل إن ماء البحيرة يحتوي على 14% من المائة جزء فـي المليون من هذا الجزء، إلاّ أن هـذه النسبة ارتفعت إلى (221 جزءاً) في المليـون في الأسماك الكبيرة، وإلى نحو (2500 جزءاً) في المليون في الأنسجة الدهنية للبط البري الذي يعيش فوق سطح هذه البحيرة.

وقد تبين أن مبيد (دي دي تي) يدخل في العمليات الكيماوية المؤديـة إلـى تكوين عناصر الكالسيوم في أجسام الطيور، ويؤدي ذلك إلى وضع هـذه الطيـور بيض رقيق القشر لا يتحمل الصدمات، وقد يتهشم هذا البيض تحت ثقل جسم أنثى الطائر عندما تحتضنه للتدفئـة أو عندما تحرّكه لتجعلها ظهراً لبطن، مما ينتج عنه موت الأجنّة، وتتعرض هذه الطيور لخطر الانقراض.

ومن أمثلة الطيور التي أوشك بعضها علـى الانقراض لهذه الأسباب، النسر الأمريكي والصقر وطائر البليكان وغيرها.

وقد اكتشف المهتمّون بحماية الحياة البريّة وجـود قسم من المبيـدات فـي بيض النوارس،وهو أمر يسبب فـي موت أجنّة الطيور داخل البيض، كمـا وإنـه

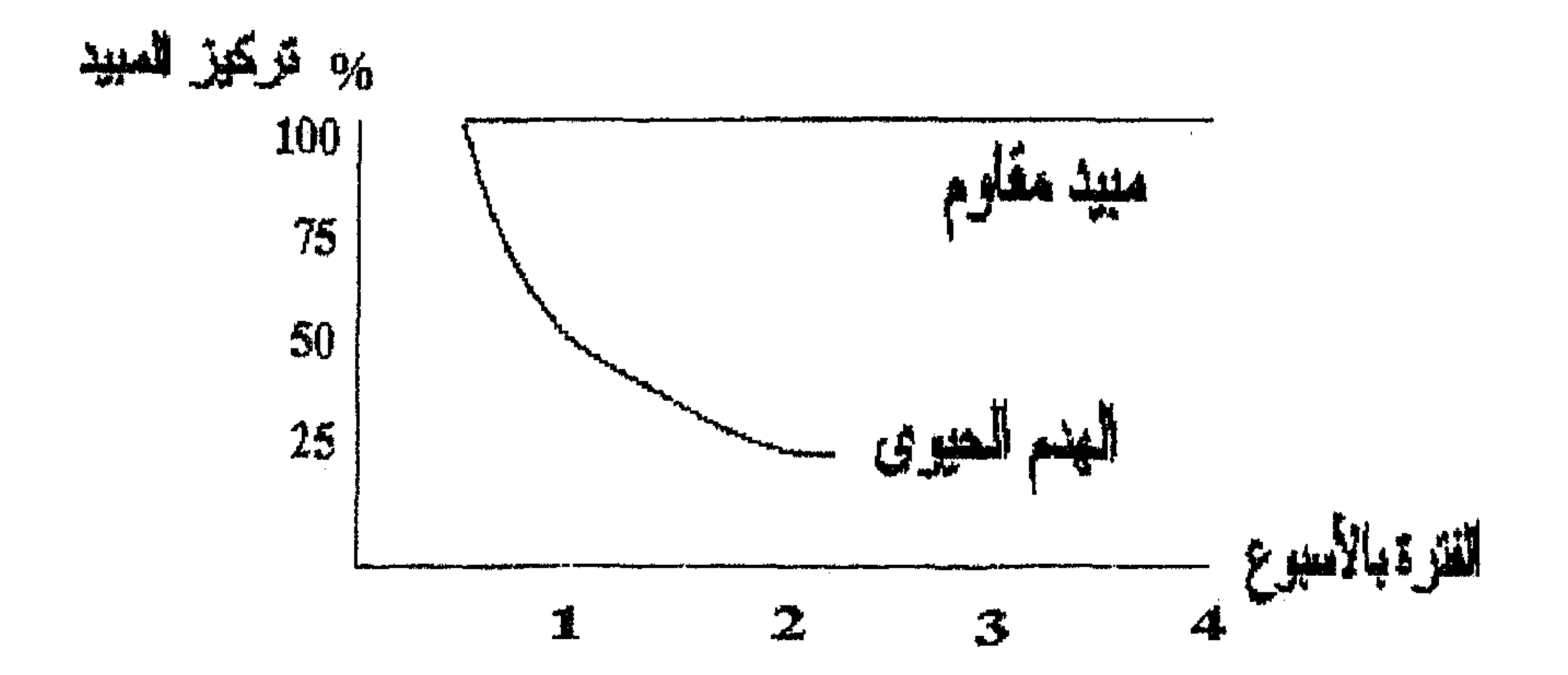
تؤثر مبيدات الآفات في النحل والحشرات الملقّحة الأخرى، مما يؤدي في النهاية إلى انخفاض معدل التلقيح في الأزهار بالإضافة إلى ضعف قوة طوائف النحل نتيجة لموت عدد كبير من الشغّالات التي تقوم بجمع الرحيق، وقد ترتب على ذلك انخفاض مهول للعسل بالإضافة إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانية، وكثيراً ما يدخل العسل من هذه المبيدات فإذا أكله الأنسان تسبب له أمراضاً.

تحلل المبيدات:

تمر المركبات العضوية بكثير من التغيرات في التربة. وتتحلل معظم المبيدات بمرور الوقت نتيجة للعديد من التفاعلات الكيميائية والميكروبية في التربة. كما يتحلل بعضها بواسطة الأشعة الشمسية. وتؤدي هذه العمليات في نهاية المطاف إلي تحلل المركبات العضوية إلى مركبات غير عضوية: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O) وحمض الهيدروكلوريك (HCl) وثاني أكسيد الكبريت SO_2 إلخ. ويسفر تحلل بعض المبيدات عن تكون مركبات أومواد وسطية (أونواتج أيض) قد يكون لنشاطاتها الحيوية بعض الأهمية البيئية.

وتوصف المركبات التي يتطلب تحللها زمنا" طويلا للغاية بأنها مواد مقاومة للتحلل (عصية التحلل). ويمكن للمركبات عصية التحلل أن تنتشر في البيئة دون أن يحدث لها أي تغيير. ويعبر عن درجة التحلل للمركب بعمر النصف DT_{50}.

وعمر النصف هو مقياس للوقت الذي يستغرقه اختفاء50% من المركب الأصلي من التربة أو الماء بالتحول (إلى مركبات أخرى). وأهم عمليات التحلل هي العمليات الحيوية (التحلل البيولوجي) والعمليات الفيزيائية الكيميائية (التحلل المائي والتحلل بالضوء، إلخ).



المدى اللازم لتلاشى 75-100% من فعالية المبيدات العضوية في التربة

المبيـــــــد	الوقت اللازم لتلاشى
المركبات الكلورينية:	
د.د.ت	4 سنوات
اندرين	3 سنوات
كلوردوان	5 سنوات
هبتاكلور	سنتان
لندان	سنتان
المركبات الفسفورية	
ديازينون	12 أسبوع
مالاثيون	أسبوع واحد
باراثيوان	أسبوع واحد

وكما دلت الدراسات أن مدى الهدم الحيوي للمبيدات الحشرية في التربة يعتمد على توافر الظروف المناسبة للنمو الميكروبي كتواجد العناصر الغذائية الأخرى مثل النيتروجين والفسفور والكبريت وتوافر العدد الميكروبي البدائي الذي يساعد على سرعة التحلل في البداية لذا فإن التربة ذات المحتوى العالي من المواد العضوية "الدباليه" تكون أكثر كفاءة في إنهاء فعالية المبيد الكيميائي الحشري.

ونظرا لثبات المركبات العضوية الكلورنية الكيماوي الشديد ضد التحطم او التحلل الميكروبي، لانه مركب حلقي عضوي مهلجن (مكلور) وذوبانه الضعيف جدا في الماء بالمقارنة بذوبانه في الدهون , فقد بدأ يتراكم في التربة والكائنات الحية البرية والبحرية بتركيزات تصل لالف ضعف ما يوجد في المياه أو الهواء المحيط. مع العلم ان تلك المركبات العضوية المهلجنة قد تم وقف استخدامها منذ بداية السبعينات. وللاسف قد تم تقدير المركبات العضوية الكلورنية وبعض المواد المشابهة في قطبي الكرة الارضية، وهذا معناه ان ما يتم قذفه في وجه البيئة في مكان ما علي وجة المعمورة تنقله الوسائل الطبيعية من ماء وهواء وامطار لاماكن لم يعمرها الأنسان ولكنه بدأ خطوات جادة في تلويثها نتيجة انشطته الغير مدروسة.

ونقسم منظمة الصحة العالمية المبيدات تبعا لخطورتها علي صحة العاملين الذين يعملون في مجالات التصنيع والتجهيز والخلط والتداول والأستخدام كما بالجدول التالي:

جدول 3-5

درجات السمية	1- درجة السمية الاولي: القاتلة شديدة الخطر، المركب قاتل سام اذا دخل عن طريق الفم او الاستنشاق او تم امتصاصه عن طريق الجلد	2- درجة السمية الثانية: (شديد السمية) قد يحدث الوفاة اذا دخل عن طريق الفم او الاستنشاق او تم امتصاصه عن طريق الجلد
الجرعة بالفم القاتلة لنصف حيوانات التجارب	اقل من 50	500- 50
التركيز النصفي القاتل (الاستنشاق) (مجم / كجم)	اقل من 0.2	2-0.2
الجرعة النصفية القاتلة (الجلد) مجم / كجم	اقل من 200	2000-200
تأثيرها علي العين	يحدث تأكل بالعين وتلف القرنية ولا يمكن شفاؤها بعد ذلك (خلال سبعة ايام) وقد يسبب هياجا في اغشية العين فقط	يسبب هياجا بالعين وتلف القرنية ولكنها تشفي خلال اسبوع ويستمر هياج العين لمدة 7 ايام.
تأثيرها علي الجلد	يسبب تأكل الجلد او قد يحدث هياجا فقط	يسبب هياجا بالجلد خلال 72 ساعة
علامات التحذير	خطر سام	يوضع بعيدا عن متناول الاطفال

3- درجة السمية الثالثة: متوسط السمية يحدث اضررا اذا تم بلع المركب او دخل عن طريق الاستنشاق او تم امتصاصه عن طريق الجلد	4- درجة السمية الرابعة: مأمونة نسبيا لا توجد ضرورة لاتخاذ اية احتياطات
5000-500	اكثرمن 5000
2-20	اكثر من 20
2000-20000	اكثر من 20000
لا يضر القرنية و يحدث هياجا يمكن شفاؤه خلال 7 ايام	لا يسبب هياجا
يحدث هياجا بالجلد خلال 72 ساعة	حدث هياجا خفيفا بالجلد خلال 72 ساعة
احترس	احترس

ويتوقف تأثير المبيدات علي صحة الأنسان علي العوامل الاتية:

1- مدي سمية المادة الفعالة التي تدخل في تركيب المبيد.

2- جرعة وتركيز المبيد: حيث يعتبر جرعة المبيد (أو كمية المبيد) من العوامل المؤثرة فقد يسبب مقدار ضئيل من مبيد معين اعراض مرضية شديدة بينما لا يسبب مقدار كبير من مبيد اخر نفس الضرر, وعموما فأن العاملين في صناعة المبيدات او تجهيزها أو خلطها وتداولها هم اكثر قابلية للاصابة باعراض مرضية نتيجة تعرضهم للمبيد.

3- الخواص الطبيعية والكيميائية للمادة الفعالة التي تدخل في تركيب المبيد, فمثلا مبيد الباراثيون اشد سمية وخطورة كمادة كيمائية تحت درجات الحرارة المرتفعة.

4- طريقة دخول وامتصاص مادة المبيد بجسم الأنسان, وطرق امتصاص المبيدات هي الاستنشاق والجلد والاغشية المخاطية.

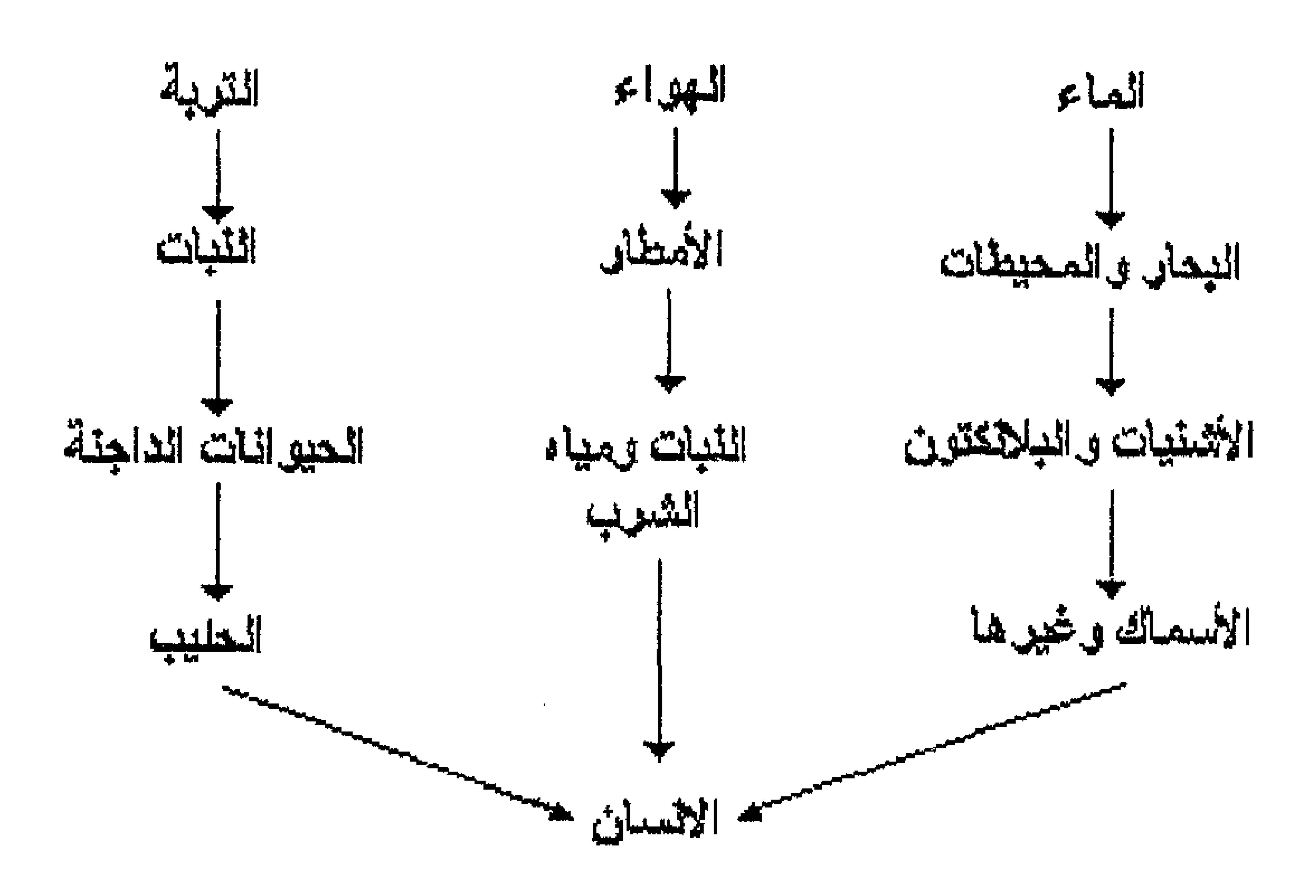
5- مدة التعرض للمبيد: حيث تساعد مدة التعرض في تحديد الجرعة التي يتم امتصاصها، فالتعرض لمدة بسيطة لمركزات المبيدات ينتج عنها اثار تتشابه الي حد ما مع فرصة التعرض لمدة طويلة من جرعات منخفضة من المبيدات.

وعموما يؤدي الأستخدام المكثف غير الرشيد للمبيدات الي اختلال التوازن البيئي والي تلوث عناصر البيئة المختلفة من تربة وماء ونبات وحيوان بشكل يصعب علي منظفات البيئة (عناصر التحلل) القيام بوظيفتها. ومنذ 20 عاما وجدوا اثارا وبقايا لمبيدات في 70% من البان الامهات، والان عثروا علي بقايا المبيدات في عظام ومخ الاجنة المجهضة.

تمثل مخلفات وبقايا المبيدات في مياه الشرب مشكلة خطيرة بالنسبة لصحة الأنسان، ويحدث التلوث بعدة وسائل قد تكون بالانتقال العرضي من المناطق المجاورة خلال عمليات الرش أو من جراء التسرب من المساحات المعاملة بالمبيدات مع حركة الماء وخلافه او من التسرب من التربة للمياه الجوفية المستخدمة كمصدر لمياه الشرب.

كما قد يكون التلوث مباشرة من خلال استخدام مبيدات للقضاء علي نبات ورد النيل، فمثلا مبيد المجناسيد أو الاكرولين ذو سمية حادة عالية جدا وضار للجهاز التنفسي والجلد والعين، كما انه مهلك للاسماك وضار علي الزراعات وخاصة نبات القطن عندما تروي الحقول بالمياه المعاملة بتلك المبيدات.

وعمليات التنقية للمياه لتصبح صالحة للشرب قد لا تقضي علي 100 % من مخلفات المبيدات، لذا لابد من استخدام طرق غير تقليدية لتنقية المياه وخاصة من مجموعة المبيدات الكلورانية.



مخطط يوضح انتقال المبيدات بالسلسلة الغذائية إلى الإنسان

طرق التخلص من مخلفات المبيدات:

- في حالة الخضر والفواكه: يمكن غسل هذه الخضروات والفواكه بالماء المضاف له الخل، أوالتقشير لإزالة الملوثات السطحية. ويمكن بالتبييض، وذلك بالتسخين في درجة حرارة متوسطة أوالطهي الجزئي. أو بالتجهيز، وذلك بالتسخين في درجة حرارة عالية بهدف التعقيم، أو الحفظ بأساليب متعددة.
- في حالة اللحوم والأسماك: التخلص من الجلود والكبد والدهون.. قبل الطهي، أو بإضافة مواد تذيب المبيدات وتفرزها مع الإخراج.
- يمكن التخلص من المبيدات في البيئة بفعل التفاعلات الضوئية الكيميائي (بفعل الشمس والضوء والهواء والأشعة فوق البنفسجية)، أو بالحرق والأنهيار الحراري (وإن كانت هذه العملية تخلف غازات سامة)، أو بالتفاعلات الكيميائية؛ بالمعاملة بمواد قلوية أو حمضية أو الكلورين، أو بالتحلل الميكروبي؛ لتكسير المبيدات الفسفورية العضوية، أو بدفن المبيدات، أو باستخدام ائنات (حشرية – بكتيريا – فيروسات) في المكافحة الضارة، أو بهرمونات النمو الصنعية، أو

بتطوير نبات ذات صفات وراثية بسيطة لمجابهة الآفات المقاومة مع تقليل كمية المبيدات.

أفضل الطرق للتخلص من المبيدات المنتهية الصلاحية:

فيما يتعلق بالطريقة المناسبة للتخلص من نفايات المبيدات، يمكن القول، بأنه لا توجد الطريقة أو الوسيلة المناسبة الكاملة لمعالجة كل أنواع المبيدات نظراً لاختلاف المبيدات من حيث – مجامعيها الكيميائية، وسيمتها، وصورها التجهيزية وأغراض استعمالها وحالتها العامة – لهذا فإن احتيار طريقة التخلص من مبيد أو مجموعة مبيدات معينة في ظرف ما، يحتم ضرورة التركيز على اعتبارات معينة دون أخرى. أشير في هذا الخصوص إلى العوامل التالية كمحددات لطريقة التخلص السليم من نفايات المبيدات:

1. كمية المبيدات المراد التخلص منها.
2. سمية المبيدات والخصائص الأخرى المميزة لها (طول البقاء في البيئة – التطاير – التأكسد إلى مركبات أكثر سمية).
3. تركيز المادة الفعالة في كل حالة.
4. الحالة الطبيعية للمبيد (صلب – سائل – غاز).
5. نوع العبوات التجهيزية "المستحضر المركز" وحالة العبوة.
6. تكاليف المعاملة.
7. اعتبارات مناخية وجيولوجية.
8. مدى توفر سلامة الأفراد الذين سيقومون بعملية التخلص من تلك الكميات من المبيدات.

تشير الدراسات والبحوث إلى وجود عدد من الطرق القابلة للاستخدام والتطبيق في مجال التخلص من المبيدات نورد منها الآتي:

◊ التخلص البيولوجي

- التخلص من المبيدات في الأرض لتكون جزء من مكونات التربة
- الدفن تحت الأرض
- الحرق في نظام الهواء المفتوح
- الحرق في محارق ذات درجات حرارة عالية (أفران)
- التخلص من المبيدات بالمعاملة الكيميائية

التخلص البيولوجي:

تستثمر هذه الطريقة الكائنات الحية بالتربة والنباتات إلى جانب ما يحدث بالتربة نفسها من امتصاص للمبيد أو تحلل كيمائي بفعل الرطوبة أو الضوء أو الأكسدة إلى غير ذلك من التفاعلات الكيمائية المحتملة.

التخلص من المبيدات في الأرض لتكون جزء من مكونات التربة:

تستغل هذه الطريقة في أرض غير مستغلة لأي غرض من الحياة (زراعية - إسكان - مواصلات) وترش المبيدات في صورة محاليل مخففة على الطبقة السطحية، وتتم حراثة الأرض، ومعاملة التربة بمعدل لا يزيد عن 25 كجم مادة فعالة للهكتار في السنة، ويجب أن تحاط المنطقة المستعملة لهذا الغرض بموانع وحواجز (أرصفة ترابية أو أسلاك شائكة) لمنع دخول الحيوانات إليها.

الدفن تحت الأرض:

يمكن التخلص من المبيدات ذات البقاء غير الطويل في صورة مركزات بدفنها في حفر بعمق متر ومسافة بين الحفرة والأخرى من 6 إلى 8 متر. يبطن قطاع الحفرة بحاجز جيري أو مادة عضوية (مخلفات حيوانية)، وينصح بألا تزيد كمية المادة الفعالة بالحفرة الواحدة عن 25 كجم أو 25 لتر. تغطى الحفرة بعد وضع المبيد بها بطبقة من التربة تحتها طبقة من الحجر الجيري علي أن يكون مستوى سطح الحفرة المغطاة أقل من مستوى الأرض المحيطة. قد تستخدم حفر أكبر وأعمق لدفن كميات أكبر، وتكون الحفرة في هذه الحالة بأبعاد 4 متر عمق و10 أمتار طول و6 إلى 8 أمتار عرض، تبطن الحفرة بطبقة أسمنت وتوضع

المبيدات في طبقات متعاقبة مع طبقات تربة وحصى، وتغطى الحفرة بعد ملئها بغطاء منفذ للضوء، حيث يتوفر في هذا النظام إمكانية إبقاء الحموضة مناسبة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة.

الحرق في نظام الهواء المفتوح:

لا ينصح عادة بالتخلص من المبيدات والكيماويات بالحرق في الهواء المفتوح لأن درجة حرارة الهواء المفتوح تتراوح من 500 م8 إلى 700 م8، وفي هذا المدى من درجات الحرارة لا يتحطم جزيء المبيد تحطمًا كاملاً، بل ربما ينتج عن ذلك نواتج احتراق ثانوية أكثر خطورة تتطاير في الهواء، لكن إذا فرضت الظروف اتخاذ قرار الحرق في الهواء المفتوح، فيجب أن تؤخذ في الاعتبار المحاذير الآتية:

1. يقوم بعملية الحرق أكثر من شخص واحد لكل موقع.
2. تقسم الكمية المراد حرقها على دفعات بكميات قليلة.
3. تفصل المبيدات السامة للنبات والمواد القابلة للاشتعال، وعلب الايروسولات.
4. يتم احتيار منطقة بعيدة غير آهلة بالسكان لإجراء عملية الحرق.
5. يزود العاملون والمشرفون على الحرق بملابس واقية متكاملة وأقنعة غازات.
6. يتم خلط المبيدات بمذيبات قابلة للاشتعال (كيروسين أو بنزين) للحصول على لهب شديد.
7. يصب خليط المبيد مع المذيب على مادة لها خاصية الامتصاص "فحم – نشارة – خشب".
8. يجب أن لا تكون حفر الحرق عميقة حتى يتم الحرق الكامل.
9. يغطى الرماد المتبقى بعد إتمام عملية الحرق بالتراب وتسيج المنطقة لعدد من السنين ويحظر استعمالها لأي أغراض.

الحرق في محارق ذات درجات حرارة عالية (أفران):

الوسيلة المفضلة والمناسبة لحرق كميات من المبيدات هي استخدام محارق ذات درجة عالية من 900 مئوية إلى 1200 مئوية حيث تتحول ميع المبيدات عند هذه الدرجة من الحرارة إلى أكاسيد، وأفضل المحارق المناسبة لهذه العملية هي أفران الإسمنت حيث يمكن أن تضاف المبيدات إلى وقود المحرقة بنسبة 1-2% على أن يتوفر في المحرقة بالمصنع نظام تحكم دقيق في انبعاث الغازات الناتجة.

مميزات الحرق في أفران الإسمنت:

1. يتولد بأفران الإسمنت درجة حرارة تتراوح بين 1350 مئوية إلى 1650 مئوية إضافة إلى أنها تحجز الأبخرة والغازات الناتجة من الحرق الكامل لمدة من الوقت (5-6 ثوان) ومن 10 إلى 20 دقيقة بالنسبة للمواد الصلبة.
2. يمكن أن يتم حرق المبيدات بكفاءة 99.99% بأقل ما يمكن من الظروف المطلوبة لإجراء العمل.
3. يتوفر عادة بالموقع (مصنع الإسمنت) المعدات المطلوبة لإجراء العملية باعتبارها جزء من متطلبات تصنيع الإسمنت مثل (معدات التحكم في انبعاث الغازات)، وأن الإضافات المطلوبة عند توظيف المحرقة لحرق المبيدات هي (إيجاد آلية خلط المبيد بالوقود، وادخاله الغرفة، ونظام اختبار النواتج).
4. أن الطبيعة القلوية للفرن تحد من تكوين غاز كلوريد الإيدروجين (HCL) الناتج من حرق الهيدروكربونات المكلورة، وتحمى الآلات والمعدات من التآكل بفعل الحمض.
5. حدوث هبوط فجائي سريع في درجة الحرارة أمر متوقع وذلك، بسبب القصور الذاتي الحراري للفرن "احتفاظ الفرن بالحرارة".
6. إن إطفاء الفرن في حالة حدوث طارئ لن يغير من النتيجة (تحكم كامل للمبيدات) لأن التغير في الحرارة داخل الفرن بطئ جداً.

7. إذا حدث تسرب للغازات الناتجة، لن يكون له ضـــرر، لأن اتجـــاه الغـــاز المتسرب يكون إلى الداخل مع حركة الهواء نظراً لأن الفرن يعمل تحـــت ظروف سحب الهواء.
8. لا يزيد معدل انبعاث أكاسيد الكبريت عن المعدل الأصلي في حالة إضـــافة نفايات المبيدات إلى مادة الحرق الأصلية، بينما يبدو أن معـــدل انبعـــاث أكاسيد النيتروجين ينخفض قليلاً.
9. يندمج الرماد المتبقي من حرق المبيدات في قاع الفرن مع منتجات الفـــرن ... وهذا يقلل من مشكلة التخلص من الرماد الناتج عن الحرق.
10. بينت تحاليل الرماد المتطاير، وغبار الفرن المأخوذ من معدات وأجهـــزة نظام التحكم في التلوث، أنها نفايات غير ضارة بيئياً.
11. لا تتأثر جودة الإسمنت المنتج في أفران خلطت فيها مبيدات آفـــات مـــع المواد الخام المستعملة لتكوين إسمنت.

التخلص من المبيدات بالمعاملة الكيميائية:

يمكن استخدام المعاملة الكيميائية للتخلص مـــن المبيـــدات مثـــل اســـتخدام القلويات، أو الأحماض، العوامل المؤكسدة، حيث تغير هذه المعاملات المادة الفعالة السامة إلى نواتج غير سامة أو نواتج أقل سمية، أو مواد يمكن التخلص منها بطرق أكثر أماناً، إلا أن استخدام المواد الكيميائية الخاطئ، قد ينتج مواد أكثـــر ســـمية أو مخاليط قابلة للانفجار، أو أبخرة سامة من مبيدات غير قابلة للبخر لذا يجب الحذر عند اتخاذ قرار استخدام هذه الطريقة والحرص على مراعـــاة المحـــاذير التاليـــة واتباعها:

- يتم إقرار واستخدام هذه الطريقة وباستشارة خبراء.
- يجب أن لا تزيد كمية المبيدات المراد التخلص منها عن 25 كجـــم أو 25 لتر.

- كما يجب أن لا تستخدم هذه الطريقة مع المبيدات شديدة السمية.
- يجب أن تستخدم هذه الطريقة في أوعية أو حاويات محكمة القفل، كما يجب أن لا تخلط المبيدات قبل معالجتها.
- تتم العملية خارج المباني وبعيداً عنها.
- يخلط المبيد مع المادة الكيماوية ببطء، ويجب تحاشى التعرض لأي أبخرة ناتجة عن التفاعل، كما يجب الحفاظ على ممارسة إجراءات الأمان لحماية الأفراد المتواجدين بالموقع.
- تجرى عملية المعاملة الكيماوية في موسم جاف، وفي منطقة يكون فيها مستوى الماء الأرضي منخفضاً.

تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق المستعملة في التخلص من المبيدات الكيماوية، وليس ثمة شك في أن هذه الطرق تختلف في درجة كفاءتها وإمكانية استخدامها وتطبيقها من دولةإلى أخرى. . وحسب ما هو متاح من إمكانيات فنية ومادية. لذا نود أن نشير إلى عدد من النقاط التى نراها هامة وضرورية:

1. تحدد مواقع تجميع وتصنيف لهذه المواد بحيث لا تقل عن (4-5) مواقع بالشعبيات قبل اتخاذ أي إجراء بشأن التصرف في كمية محدودة في موقع معين.
2. إعلام كل الجهات التنفيذية التي في حوزتها كميات من هذه المواد بالبرنامج ويتم التنسيق معها لإعداد الترتيبات اللازمة لعملية التخلص من هذه المواد.
3. إعلام الجهات المسئولة التنفيذية والتشريعية بأهمية ما يجب أن يتم اتخاذه من إجراء وضرورة توفير ما يلزم من إمكانات مادية للتنفيذ.

حلول بديلة للمبيدات ومشاكلها البيئية والصحية:

عكف العلماء علي تطوير بدائل للمبيدات اكثر امانا واقل ضررا علي الانسان والبيئة وخاصة في مجال الزراعة، وقد استحدث العلماء انواع من المكافحة وهي كالاتي:

- ◊ المكافحة الاحيائية (البيولوجية)
- ◊ المكافحة الميكربيولوجية
- ◊ المكافحة بالهندسة الوراثية

المكافحة الاحيائية (البيولوجية):

من أهم البدائل التي يطرحها العلماء للمبيدات في مجال الزراعة هي المكافحة المتكاملة (المكافحة الاحيائية)، والتي تعتمد علي عناصر الطبيعة الحية المعادية للنمو الطبيعي للافات الحشرية أو الحشائش. ويعتمد هذا النوع من المكافحة علي استخدام الاعداء الطبيعية للوصول لحالة التوازن البيئي.فتقوم الاعداء الطبيعية للافات الزراعية بالتهام تلك الافات أو منع نموها وتكاثرها، ومن امثلة الاعداء الطبيعية الطيور.

المكافحة الميكربيولوجية:

تعتمد المكافحة الميكربيولوجية علي استخدام المبيدات البكتيرية والمبيدات الفطرية، وفكرتها ان هذه البكتريا أوالفطريات تقتل الافات دون غيرها من الكائنات.

المكافحة بالهندسة الوراثية:

تدخل الأنسان باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية لانتاج سلالات زراعية مقاومة لافات معينة او ذات عمر قصير للتغلب علي افة معينة وهكذا. ويعتمد انتاج مثل هذه المحاصيل المقاومة للافات علي الافكار التالية:

1- معرفة الجينات الموجودة في النباتات المقاومة للافات ونقلها للمحاصيل الزراعية ذات العائد الاقتصادي والغير مقاومة للافات.

2- اضافة جين جديد للمحاصيل النباتية , وهي مفيدة في حالات الافات التي تحدث تغير خارجي فقط في المحاصيل مثل الافات الاكلة لاوراق المحاصيل ولا تحدث تغير في الكمياء الحيوية الداخلية للنبات.

3- اضافة انزيم ينشط بمهاجمة الحشرات او ينشط بتعرض الافة الحشرية للضوء ويقتلها , ومن امثلة تلك الانزيمات انزيم الكيتينيز Chitinase والذي يقوم بتحليل مادة الكيتين والتي تمثل العمود الفقري للحشرة مما يؤدي الى موت الافة الحشرية.

اما بالنسبة لمتبقيات المبيدات ونواتج تحطيمها السامة للبيئة فقد تمكن علماء الهندسة الوراثية من اعادة برمجة بعض السلالات البكتيرية لتنتج بروتين ذو شكل فراغي محدد يسمح تركيبه الفراغي باحتواء جزيء (د.د.ت) في داخله, ويغلفه ويمنعه من التداخل مع البيئة المحيطة.

المكافحة بالطرق الزراعية:

مثل العناية بخدمة الأرض وتعريض عذارى الحشرات ويرقاتها الموجودة بالتربة لحرارة الشمس وللطيور والأعداء الحيوية، والتخلص من بعض الحشائش التي تلجأ إليها بعض الآفات الحشرية. كذلك إنتاج بعض أصناف من النباتات ذات درجة عالية من المقاومة والتحمل للإصابة الحشرية وفي هذه الحالة فقد يتحمل النبات الإصابة المتوسطة بالحشرات ولكنه لا يتحمل الإصابة الشديدة، كما أن الأصناف المقاومة لآفة حشرية معينة قد تكون شديدة الحساسية لآفة أخرى. يمكن أيضاً إفلات المحصول من الإصابة بالآفة الحشرية أو تقليل الإصابة بها وذلك بزراعة الأصناف المبكرة النضج للمحصول. وقد يمكن زراعة بعض خطوط من

النباتات التي تفضلها الآفة الحشرية لاستعمالها كمصائد للحشرات وتقتصر بذلك المكافحة الكيماوية على المصائد النباتية توفيراً للجهد والوقت والمال.

منع تكاثر الآفة الحشرية عن طريق التعقيم بالإشعاع:

لقد نجحت هذه الطريقة في القضاء على ذبابة الدودة البريمية في أمريكا حيث ربيت الحشرات بأعداد هائلة وعقمت الذكور بأشعة غاما وتم إطلاقها لتنافس الذكور الموجودة في الطبيعة في عملية التزاوج ويترتب على تزاوج الذكور العقيمة بالإناث عدم إنتاج النسل وبالتالي القضاء على الآفة أو الحد منها.

كما أنه تمت دراسة التعقيم بأشعة غاما عند ذكور فراشة درنات البطاطا في سورية من قبل قسم الزراعة الإشعاعية في هيئة الطاقة الذرية في دمشق حيث تم تعريض ذكور فراشة درنات البطاطا إلى جرعات من أشعة غاما وجرت دراسة توريث العقم في أبناء الجيل الأول وكافة العوامل التي تؤثر في درجة خصوبة الإناث ونسبة فقس البيض وقد توصلت الدراسة إلى أن تطبيق تقانة الذكور المعقمة جزئيا إحدى المكونات الأساسية في برامج المكافحة المتطاولة ضد فراشة درنات البطاطا

الهندسة الوراثية والمبيدات وتطوير المحاصيل الزراعية:

فوائد الهندسة الوراثية:

لقد اصبح للهندسة الوراثية اهداف عظيمة تحقق بعضها والعمل جارى على قدم وساق لتحقيق الباقى ولن تنتهي الطموحات التى فتحها هذا العلم لخدمة البشرية فى كافة المجالات والتى نجملها فى التالى:

1- إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية:

هي أهم الصفات الواعدة التى تقدمها الهندسة الوراثية لتحسين الإنتاج النباتي حيث لا يوجد وسيلة مباشرة لعلاج المحاصيل المصابة بالفيروسات سوى الوقاية من الإصابة بها عن طريق الممارسات الزراعية الجيدة مثل استخدام دورة زراعية

مناسبة، التخلص من الحشائش وبقيا المحصول السابق التى تكــون عــائلا ثانيــا للفيروس في فترة عدم وجود العائل الأساسي , استعمال مبيدات الحشرات القاتلــة للحشرات الناقلة للفيروس.

وتعتمد فكرة هندسة النباتات المقاومة للأمراض الفيروسية على الدراســات السابقة في مجال الوقاية المضادة Cross protection والتي وجــدت أن عــدوى النباتات بفيروسات ضعيفة تحصن النباتات إذا ما أصابها بالسلالات الأكثر ضراوة وعندما تمكن بيتش وزملاءه سنة 1990 في جامعة واشنطن من نقل الجين المسئول عن إنتاج الغلاف البروتيني لفيروس الدخان الموازيكى (TMV) في نباتي الطباق والطماطم حيث عبر هذا الجين عن نفسه وانتج بروتين الغلاف الفيروسي وجد أن النباتات قاومت الإصابة الفيروسية بشدة وبــذلك اثبــت بتشــى صــحة نظريتــه الافتراضية القائلة أن بروتين غلاف (TMV) يضفي المقاومة على سلالات هــذا الفيروس وغيرة من الفيروسات القريبة الصلة به , وبتلك التقنية أمكن هندسة اكثر من أثنى عشر نباتا مقاوم للفيروسات.

2- نباتات مقاومة للحشرات:

اعتمدت فكرة مقاومة الحشرات خلال الثلاثون عاما الماضية علــى إنتــاج بروتين تنتجه بكتريا Bacillus thuringiensis لتقوم تلك البروتينيات على قتــل الحشرات. استخدمت تلك المستخلصات البروتينية Bt على نطاق واسع في مقاومة الحشرات حرشفية الأجنحة (الفراشات وأبى دقيق) والتي تعتبر آفات رئيسية حيث تقوم تلك البروتينات بالارتباط بأغشية أمعاء الحشرات المستهدفة بأن يــتم انتقــال الأيونات من البروتينات Bt إلى الخلايا الطلائية بالأمعاء فتتعطل قدرة الحشــرات على التغذية فتموت. تلك المبيدات الحشرية ليس لها تأثير سام على الثدييات بــل ولا على الأنواع الحشرية الأخرى وفاعليتها لا تدوم إلا وقتا قصيرا وبالتالي فهــي آمنة بيئيا.

ولقد تمكن المهندسون الوراثيون فى كل من شركة كنت البلجيكية وشركة اجروجين تكس ويسكونسين واكراسيتوس ومنسانتو من عزل جينات تخص بروتينات المبيدات الحشرية واستخدموا Gene gun او بكتريا A.

tumefaciens فى ايلاج الجينات فى كل من الطماطم والبطاطس والقطن. ولقد ثبت ان وجود جينات Bt داخل نبات القطن قد جعلها مقاومة لكل الآفات اليرقية الرئيسية بما فيها دودة اللوز وعلية يمكن ان يؤدى استخدام تلك النباتات المهندسة الى خفض كميات المبيدات الحشرية بنسبة 40-60 % ولقد تم البحث عن جينات Bt اخرى لتؤثر على حشرات غير يرقية وقد امكن تصميم جين فعال ضد خنفساء كلورادو التى تصيب البطاطس. كما امكن تصميم جين Bt اخر فى شركة ميكوجين بسان دييجو بكاليفورنيا لمقاومة النيماتودا , كما صمم جين فعال ضد البعوض الناقل للملاريا.

وقد اكدت الاختبارات ان بروتينات Bt انها آمنة بيئيا فضلا على ان نسبة وجودها فى النباتات المهندسة وراثيا لا تتعدى 0.1 % من البروتين الكلى فى النبات المحور وهذا البروتين يتحلل تماما كأى بروتين فى القناة الهضمية. 3-نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش نظرا لمنافسة الحشائش للنباتات الاقتصادية فى كل من الماء والغذاء وضوء الشمس فأن المحصول عادة ما يقل بنسبة 70 % كما انها تشكل مأوى للامراض والآفات , كما ان تواجد بذورها مع غلا المحاصيل الاقتصادية يقلل من قيمتها النوعية ويزيد من تكاليف التنظيف والتنقية لذلك فالممارسات الزراعية تضطر ان يكون من ضمن برامجها استخدام مبيدات الحشائش.

تعتمد فكرة هندسة نباتات مقاومة لمبيد الحشائش كما قامت بها شركة مونسانتو وشركة كالجين بديفز بكاليفورنيا بتمكين النباتات من تحمل مادة Glyphosate وهى المادة الفعالة فى مبيد الحشائش المسمى بالراوند اب الواسع

الانتشار فى مقاومة الحشائش عريضة الاوراق وهو من المبيدات الآمنة بيئيا حيث لا يؤثر على الحيوانات التى لا تمتلك مسالك للاحماض الامينية العطرية ثم انة يتحلل بسرعة فى البيئة الى مركبات طبيعية غير ضارة , وتقوم المادة الفعالة فى هذا المبيد بتثبيط فعل انزيم EPSP وهو انزيم ضرورى لانتاج الاحماض الأمينى العطرية التى تحتاجها النباتات فى النمو. ولقد قام كل من Comai , Stocker بشركة كالجين و Rogers , Chesor بشركة مونسانتو بعزل جينات تخليق انزيم EPSP من البكتريا والنبات ثم اولجت تلك الجينات فى الطماطم وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل لتتمكن تلك النباتات من تحمل الراونداب.

بنفس الاسلوب تم فى شركة دوبون انتاج نباتات تتحمل انواع من المبيدات سلفونيل يوريا Sulfonylurea. اما شركة نظم وراثة النبات الالمانية فقد انتهجت نهجا اخر بأن عزلت جين من ميكروب Streptomyces hygroscopicus له القدرة على تثبيط المادة الفعالة فى مبيد الحشائش المسمى Basta الواسع الانتشار والذى يؤثر على الحشائش من خلال تأثيره على مسار انتاج انزيم الجلوتاميك الهام synthase Pathway of glutamine فيؤثر فى نموها ويؤدى الى موتها.

ثانيا تلوث المياه بالمنظفات الكيميائية:

يعد التلوث بالمنظفات الكيميائية من اهم صور التلوث العضوي للماء , فالمنظفات الكيميائية هي مركبات عضوية صناعية تصنع غالبا من مشتقات البترول.

المنظفات الصناعية Synthetic Detergents هي مركبات عضوية تركيبها الكيميائي يشبه تركيب الصابون، الا انها تمتاز عنه في ان لها قوة تنظيف كبيرة، وتحدث رغوة مع الماء المحتوي على نسبة من الاملاح، وتحضر المنظفات الصناعية من مواد عضوية تشتق من نواتج البترول مثل الكايل بنزين. وتمتاز المنظفات الصناعية بانها مواد خافضة للتوتر السطحي وهى عبارة عن

جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهى تسبب الرغوة فى محطات معالجة مياه الصرف وفى المياه السطحية التى تصرف إليهـا وتتجمـع جزيئـات المنظفات فى الطبقة ما بين الهواء والماء كذلك تتجمع هذه المركبات على سـطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتـة تعـوق عمليـة المعالجة.ويتركب جزيء المنظف الصناعي من قسمين جزء محب للماء وهوجزء قطبي(وهو الجزء المسئول عن ذوبان المنطف في الماء) وجزء كاره للماء وهـو جزء عضوي منخفض القطبية.

ويوجد اربعة انواع رئيسية من المنظفات الصناعية

أ- المنظفات الصناعية الانيونية Anionic Detergents

وتشمل كبريتات الالكيل، ومنها نوعان:

- كبريتات الكيل اولية:
- سلفونات الكيل الاريل:

كبريتات الكيل اولية:

وتحضر بتفاعل الكحول الاولي ذي السلسلة الكربونيـة الطويلـة (12-18 كربون) مع حامض الكبريتيك المركز، وكبريتات الكيل ثانوية، وهـذه تحضـر بتفاعل الاوليفينات او الكحول الميثيلي مع حامض الكبريتيك المركز. وهناك نـوع اخر من المنظفات الانيونية يسمى سلفونات الالكيل. الـذي يـتم تحضـيره مـن البارافينات المحتوية على 12-18 كربون بواسطة التفاعل مع غازي ثاني اكسـيد الكبريت والكلور، او تفاعلها مع خليط ثاني اكسيد الكبريت والأكسجين.

سلفونات الكيل الاريل:

ومن امثلتها سلفونات دوديسيل بنزين الذي يتم تحضيرها بتفاعـل ربـاعي البروبلين مع البنزين في وجود عامل مساعد.

dodec-1-ene + benzene

$AlCl_3(s)$ / 130 °C

dodecylbenzene

$SO_3(g)$ / 40 °C

4-dodecylbenzenesulfonic acid

NaOH(aq)

sodium 4-dodecylbenzenesulfonate ($[Na]^{1+}$)

ب- المنظفات الصناعية الكاتيونية Cationic Detergents

من امثلتها الامينات الاليفاتية ذات السلسلة الكربونية الطويلة (C8-C16) وايضا املاح الامونيوم الرباعية. وهي منظفات تستخدم بكثرة في صناعة النسيج والصباغة وتستخدم كمواد مضادة للبكتريا والفطريات.

ج- المنظفات الصناعية اموفوتيرية:

يتميز هذا النوع من المنظفات باحتوائه علي مجموعـــة قاعديـــة ومجـــاميع حمضية ولها استخدامات محدودة.

د- المنظفات الصناعية الغير ايونية " **Non_Ionic Detergents** "

يتم تحضير هذا النوع من المنظفات بتفاعـــل المركبـــات المحتويـــة علـــى هيدروجين نشيط مثل الحموض الدهنية اوالكحولات الدهنية او الكيلات الفينـــولات اوالامينات الدهنية مع اكسيد الايثيلين.

واصبحت الان المنظفات الصناعية عبارة عن تركيب كيميائي معقـــد مـــن سلاسل اليفاتية مكبرته ومخلوطة ببعض الانزيمات الحيوية المرتبطة علي دعـــائم صلبة , مما زاد من قدرتها علي البقاء في البيئة وتشعب تاثيراتها وتباينهـــا علـــي عناصر الحياة المحيطة. و المنظفات الصناعية مصدر هام للمركبات الفســـفورية حيث ثبت علميا انها ترتبط بزيادة تركيز المركبات الفسفورية في نفـــس المنـــاطق التي تتركز بها مخلفات مصانع المنظفات وبالتالي فهي عامل هـــام مـــن عوامـــل الاثراء الغذائي Eutrophication . كما ان المنظفات الصناعية لها القدرة علـــي خفض التوتر السطحي وبالتالي تعمل علي زيادة تركيز بعض الملوثات في الصورة الذائبة عنها في الصورة المعلقة , وهذا يزيد من التلوث المتاح للكائنات و اي زيادة تراكم الملوثات داخل اجسام الكائنات الحية المائية بتركيزات تصل لالف ضعف ما يوجد في المياه او الهواء المحيط.

كما ان المنظفات تعمل علي اذابة الطبقات الدهنية لبعض الطيور والكائنـــات البحرية مما يؤدي الي خفض قدرتها علي الطفو فـــوق المـــاء واخـــتلال درجـــة الحرارة.

التلوث البيئي الناتج عن المنظفات الكيميائية:

لم تبرز هذه المشكلة الا بعد استخدام المنظفات الاصطناعية بشكل واسع والتراجع في استخدام الصابون التقليدي العادي بسبب العامل الاقتصادي والقدرة التنظيفية. وكذلك بسبب احتواء هذه المنظفات على المواد المضافة بنسب عالية وبنوعيات متعددة الامر الذي ادى الى زيادة في عدد الملوثات في مياه المجاري إضافة الى ما تعانيه من تلوث اصلي.

ومع ان المنظفات تقوم بدور حضاري متميز فإن التلوث الناجم عنها يتزايد بشكل مستمر مع ارتفاع مستوى المعيشة وزيادة متطلبات الافراد وزيادة الاستهلاك بصفة عامة وكذلك مع ارتفاع الوعي الصحي عند الناس الذي يرتبط بزيادة استهلاك المنظفات بغية الحفاظ على الصحة وتجنب الامراض ويعطي ذلك اهمية كبيرة للمنظفات التي انعكست سلبيا على البيئة في بعض جوانبها ويمكن تحديد آثار التلوث البيئي الذي يرجع سببه الى المنظفات كما يلي:

أ- الصعوبات الناشئة عن احتواء مياه المجاري على كميات متزايده وكبيرة من المركبات غير العضويه وخاصة عند معالجة هذه المياه للحصول على مياه صالحة للاستعمال من جديد (كمياه الشرب او ري او غيره).

ب- التلوث الذي تحدثه هذه المركبات في المياه الجوفية ومياه الانهار والبحيرات وغيرها من الاوساط البيئية.

ج- يؤدي تزايد تركيز المواد سطحيا في مياة المجاري المنزلية، والمياه الصادرة عن النشاط الصناعي، الى صعوبات جمة في محطات تكرير مياة المجاري، وخاصة في اقسام الفصل واحواض الترسيب، بحيث تغطي الرغوة في كثير من الحالات 100% من سطوح الاحواض والاقسام المختلفة الاخرى، لدرجة تتعذر فيها متابعة العمل قبل التخلص منها وتعالج هذه الصعوبة اما بالرش بالماء او بمحاليل مانعة لتشكل الرغوة (تعقيد اضافي وتكلفة اضافية في محطات معالجة المياه).

ولم تكن هذه المصاعب قائمة عندما كان الصابون العادي هو المنظف الاساسي السائد، لان العسر العادي للمياه المرتبط بوجود املاح الكالسيوم والماغنيسيوم كان كافيا لترسيب جميع كميات الصابون الداخلة الى المجاري. وعادة تكفي كمية من الصابون في حدود40 جزءا في المليون. ونجد ان من منظف انيوني مصنع، يسبب مشكلة الارغاء الكبيرة لمحطة معالجة، او حتى لمجرى مائي في الوسط البيئى وقد حدث مثل ذلك في كثيرمن المدن الاوروبية والاميركية منذ الخمسينات من القرن الحالي، حيث غطيت غالبية المجاري برغوة وفيرة مسببة صعوبات جمة ولم تحل الشكلة الا حين تم تحديد نهاية المواد الكيماوية الداخلة فى صناعة المنظفات التي لا تتحلل بيولوجيا , والتي تصل الى احواض المعالجة بعد ذلك وتناقصت كميات المواد النشطة فيما بعد، واستبدلت بالمشتقات الالكيلية البنزينية المسلفنة الخطية ويرمز لها اختصارا (L A S) وتدعى بالمنظفات اللينة تميزا لها عن القاسية المتشبعة وذلك بفعل البكتيريا والاحياء الدقيقة الاخرى الموجودة طبيعيا في مياه المجاري وتتشابة خطوات التحلل (البيولوجي) في جميع هذه المركبات، ففي المرحلة الاولى والاساسية، تحدث ازالة سلفنة الحلقة العطرية، وفي المرحلة الثانية، تتاكسد السلسلة الالكيلية الخطية بالفعل الانزيمي الحيوي، ثم تتحطم الحلقة العطرية ذاتها. وتصعب الاكسدة الالكيلية في المركبات القاسية لذلك يبقى النشاط السطحي في المادة زمنا طويلا ويبق اثرها الملوث لنفس الوقت في البيئة المائية خاصة.

تساعد الرغوة على تشكيل المحاليل المستحلبة الثابتة فاذا كان المستحلب غير ثابت ترسب وزالت المشكلة في محطات المعالجة ولكن المشكلة تبقى في حالة المستحلبات الثابتة المحتوية على الزيوت معلقة في المجاري وقد بينت الدراسات ان وجود ما قيمته من المنظفات المصنعة قد منع تماما فصل المواد الصلبة من المستحلبات في كامل مجال الحمضي والقلوي وكذلك لم يكن ممكنا فصل الزيوت في احواض الترسيب الامر الذي ادى الى صعوبات فى كبيرة

فى قسم التحلل الحيوي وبقيت المواد مبعثرة في الطـور المـائي وبـذلك كانـت الصعوبات مضاعفة وخاصة عندما كانت المياه المعالجة تستخدم كمصدر للشـراب او الري في اماكن تلي نقاط التصريف على نهر او اي مجرى مائي.

وبالاضافة الى ذلك فإن للعديد من المنظفات فعلا مبيدا للميكروبات والبكتيريا النافعة اللازمة لعمليات التنقية والتحلل الحيوي في الحقول المعالجة لذلك كان لابـد من التخلص من الرغوة التي اضرت كثيرا بالتوازن الحيوي للعديد من الاوسـاط البيئية الطبيعية وما يلحق بذلك من اضرار , وتبين الابحاث ان المنظفات الكاتيونية تخرب وتقضي على اعداد كبيرة من البكتيريا اللاهوائية بينما لا تـؤثر المنظفـات غير الايونية على هذه الكائنات الحية ولذلك فإن المركبات الاخيرة تعتبر افضل من وجهة النظر البيئية.

اضرار المنظفات علي البيئة المائية والانسان:

تتسبب المنظفات الصناعية التي تتسرب احيانا الي مياه الانهار والبحيرات في احداث تلوث شديد لهذه المياه , فاذا كانت هذه المنظفات من النوع غيـر الثابـت (منظفات ميسرة Soft Detergents) حيث يسهل اكسدتها والتخلص منها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في هذه المسطحات المائية وتتحـول الـي مـواد بسيطة.

اما اذا كانت من النوع الثابت (منظفات عسرة Hard Detergents) فهـي تقاوم التحلل ولا تستطيع الكائنات الحية الدقيقة التخلص منها وتسبب كثيـرا مـن الاضرار البيئية لان اثرها يبقي مدة طويلة.

وهذه المنظفات لها أضرار كثيرة على الحيوانات المائية إذا اختلطت بميـاه الأنهار أو البحار أو المحيطات. وأخطر هذه الأضرار يكون نتيجة لتكوينها طبقـة رغوة تعزل الماء عن الهواء الجوى، مما يترتـب عليـه نقـص فـى المحتـوى

الأكسجينى للماء وموت العديد من الأسماك والكثير من الكائنات التى تعيش فى الماء.

يمكن اجمال اضرار المنظفات علي البيئة والانسان في النقاط الاتية:

1. تلوث الماء والهواء.
2. ثبات المنظفات مدة طويلة بالبيئة.
3. خلل بيولوجي في قدرة الكائنات البحرية علي التحكم في الاعماق التي تعيش فيها.
4. اذابة كلية او جزئية لطبقة الشمع التي تكسوالريش لبعض الطيور التي تعيش حول المصبات (التي تصرف من خلالها كل انواع المخلفات) وبالتالي تفقد هذه الطيور خاصية الطفو فوق سطح المياه وهناك حالات تم تسجيلها لغرق بعض الطيور عند مصب القلعة عام 1997.
5. تحول المتبقيات من المنظفات بفعل العوامل الحيوية المحيطة من مركبات اليفاتية الي حلقات معقدة اكثر ثباتا بيئيا واكثر سمية وقد تسبب امراض خطيرة مثل السرطان.

ثالثا تلوث المياه بالنفط ومشتقاته:

يعرف النفط او البترول بانه مخلوط مركب من الهيدروكربونات، يوجد في الأرض في الصور الصلبة والسائلة والغازية، ولكن المصطلح يطلق عادة علي الصورة السائلة والتي تسمي بالزيت الخام، دون الغاز الطبيعي، او الصورة اللزجة، او الصورة الصلبة المعروفة بالبيتومين أو الاسفلت.

اصبحت البتروكيماويات المشتقة من البترول مصدر كثير من المنتجات الكيمائية، كالمذيبات ومواد الطلاء والبلاستيك والمطاط الصناعي والالياف الصناعية والصابون والمنظفات والشمع، والمتفجرات والاسمدة.

تشكل المركبات الهيدروكربونية النسبة العظمى من الملوثات الموجودة في مياه الصرف الناتجة عن الصناعات البترولية، ويضاف لها بعض المركبات الأخرى منها: المركبات العضوية (كحمض السلفونيك) - والمركبات الكبرتيية - وأملاح الصوديوم.

ويحدث التلوث بالمواد البترولية بسبب المخلفات الناتجة عن الصناعات البترولية أو نتيجة الحوادث المؤدية الى تدفق كميات من النفط، ويمكن تجزئة مراحل الصناعات البترولية الى:

أ- مرحلة الانتاج: حيث تستخدم المياه في مرحلة انتاج النفط بشكل واسع , كما أن البترول الخام يحوي على نسبة من المياه، وتنفصل تلك المياه بالتبخر عن درجة حرارة 50 - 90 درجة مئوية وتحوي المياه الناتجة على 5ر0 - 2 جرام /لتر من المواد الهيدروكربونية.

ب- نقل النفط : ينتج عن عملية نقل النفط بواسطة الناقلات كميات كبيرة من المياه الملوثة بالمركبات الهيدروكربونية، وتكون تلك المياه متواجدة داخل النفط المنقول، وتنفصل عنه أثناء عملية النقل، كما يتم تنظيف ناقلات النفط بعد تفريغها ويكون ماء التنظيف محملاً بالمواد المنظفة والمحلات العضوية.

التلوث البحري بالنفط:

يعتبر تلوث مياه البحر بالنفط من أخطر الملوثات وأكثرها شيوعاً والمشاكل المتعلقة به ظهرت منذ اكتشافه و امتدت خلال جميع مراحل الإنتاج والنقل والتكرير والتصنيع والتخزين والتسويق وحتى التخلص من المنتجات المستعملة؛ هذا وقد أدّت الزيادة المستمرة في كل من هذه الأنشطة إلى ظهور كميات متزايدة من الملوثات النفطية بمياه الشواطيء والبحار والمحيطات؛ وقد ثبت أن مياه البحار والمحيطات تستهدف بالتلوث بعدة ملايين من الأطنان من النفط كل عام وخاصة أن معظم المصانع والمصافيء مقامة بمحاذاة الشواطيء الأمر الذي بات يهدد وينذر

بمشاكل بيئية خطيرة قد تؤثر على التوازن البيئي في البحر واليابسة على حدٍ سواء ؛ ويصعب التحكم في التلوث البحري أو منع انتشاره حيث أنه خطر عائم ومتحرك يتحكم فيه اتجاه الرياح وعوامل المد والجزر وشدة الأمواج.

وبذلك تصعب السيطرة عليه حيث ملوّثات منطقةٍ ما تنتقل بعد فترة إلى مناطق اُخرى إما مباشرة أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الأسماك الملوثة.

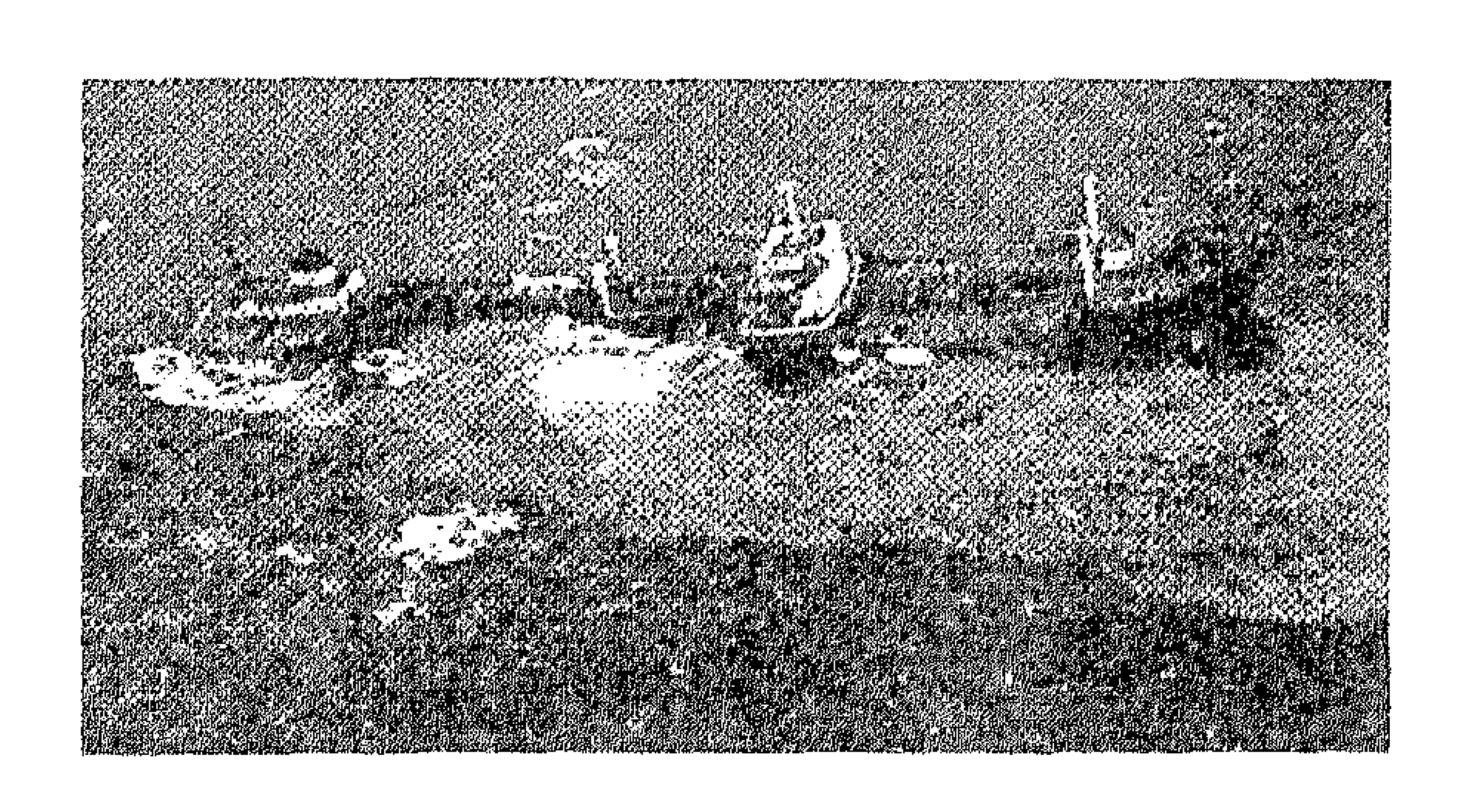
اشهر حوادث التلوث النفطي العالمية:

اشهر حوادث التلوث النفطي العالمية هو ما حدث من تسرب كميات هائلة من النفط على مقربة من الساحل الشمالي الغربي لإسبانيا في 19 نوفمبر 2002 كحلقة مفزعة من حلقات مسلسل التسربات النفطية من الناقلات المتصدعة والغارقة.

انشطرت ناقلة النفط اليونانية "بريستيج" إلى نصفين بسبب عاصفة شديدة غرقت على أثرها في المحيط الأطلسي حاملة 77 ألف طن من زيت الديزل إلى قاع المحيط ,مهددة بأضرار بالغة للحياة البرية والمصائد البحرية بعد تسرب البترول الذي تحمله الناقلة إلى السواحل الإسبانية . وقد تدفقت، وفقاً لوكالات الأنباء، آلاف الأطنان النفطية من الناقلة بعد غرقها مما أدى إلى تلويث أكثر من 100 شاطئ ونفوق نحو 250 طائراً من 18 نوعاً، وإصابة الحياة البحرية في إسبانيا بخطر كبير، إضافة إلى منع الصيد في مساحة تتجاوز 400 كيلو متر من السواحل.

ويـــهدد انتشار تسرب زيت الديزل –البالغ حتى الآن أكثر من 20 بقعة ذات لون بني وشكل دائري وكثافة كبيرة يبلغ قطر كل منها ما بين متر وأربعة أمتار – بانقراض مخزون الأسماك والمحار المهم للاقتصاد المحلي في منطقة واسعة قبالة سواحل إسبانيا إذ يعتمد فيها نحو 60% من السكان على الصيد كمصدر رئيسي لرزقهم. فقد أدى هبوب الرياح والطقس السيئ إلى إفشال جهود السلطات الإسبانية الرامية إلى منع تقدم بقعة الزيت نحو الشواطئ واليابسة بإقليم جاليسيان، ورغم

الجهود الضخمة المبذولة لتنظيف الطرق والمنشآت التي غطتها طبقة كثيفة من النفط تتوقع جهات مسئولة أن تستغرق عمليات التنظيف نحو ثلاث سنوات، وأن المنطقة لن تعود إلى ما كانت عليه في السابق قبل مرور عشر سنوات على الأقل!



يمكن تصنيف أسباب التلوث إلى حوادث متعمدة وغير متعمدة.

التلوث غير المتعمد: ويشمل حوادث الناقلات وحوادث انفجار الأنابيب النفطية، فعلى سبيل المثال ما يلي:

- حادث ناقلة النفط اليونانية بوتيانا قرب دبي.
- حادث الناقلة تشيري دياك غرب جزيرة داس في الإمارات.
- انفجار أحد الحقول النفطية البحرية السعودية في نوفمبر عام 1981 والذي نجم عنه تدفق حوالي 80 ألف برميل وكونت بقعة زيتية بلغ طولها 95 كم وصلت الشواطئ القطرية والبحرينية.
- حادث انفجار أنابيب النفط في الاحمدي (الكويت) عام 1982.

التلوث المتعمد: ويشمل الحوادث النفطية نتيجة الحروب إضافة إلى تفريغ مياه التوازن ومن ذلك ما يلي:

- تسرب النفط من حقول نوروز البحرية عام 1983.
- تسرب النفط من حقول الاحمدي نتيجة حرب 1991، وأدى هذا التسرب إلى حدوث دمار بيئي كبير اثر على الشواطئ الجنوبية للكويت والساحل

السعودي بما تتضمن هذه السواحل من بيئات ايكولوجية هامة مثل الشعاب المرجانية وتجمعات الطيور والثروة السمكية.

والجدول التالي يوضح أهم كوارث غرق الناقلات التي حدثت عام 2001 و2002.

جدول 5-4

منطقة الغرق	وزن الحمولة	اسم ناقلة النفط	تاريخ الغرق
قرب سواحل إمارة دبي	1300 طن	" زينب" العراقية	أبريل 2001
قرب السواحل الكويتية	1900 طن	"جورجيوس" اليمنية	سبتمبر 2001
قرب سواحل اليمن	350 ألف برميل	" كول" الفرنسية	أكتوبر 2002

التلوث البحري في المنطقة العربية:

انعكست الثروة النفطية بشكل إيجابي على المستوى الاقتصادي والحضاري والمعيشي لشعوب المنطقة العربية بما حمله من أهمية تجارية على المستوى العالمي للوطن العربي. وكان له في الوقت نفسه مردود سلبي إذ أصاب البحار العربية بالتلوث. وفيما يلي أهم هذه البحار التي تعرضت للتلوث بدرجات كبيرة: البحر الأحمر وخليج عدن. تعتبر منطقة البحر الأحمر وخليج عدن مركزاً لاستكشاف وانتاج ومعالجة ونقل أكثر من نصف احتياجات النفط المؤكدة في العالم. ويتم تصدير النفط المنتج من حول منطقة البحر الأحمر إلى ممر يضيق بناقلات النفط. وفي كل سنة يدخل خليج عدن ما بين 20-35 ألف ناقلة محملة بالنفط ومتجهة إلى الشرق الأقصى وأوروبا، وحول الجزيرة العربية إلى البحر الأحمر حيث يواصل رحلته إلى الشمال عبر قناة السويس إلى البحر المتوسط أو يفرغ حمولته عند مدخل خط الأنابيب في عين السخنة المصرية. ويتم نقل أكثر من مائة مليون طن من النفط سنوياً عبر البحر الأحمر، ونصف هذه الكمية عن طريق خط بترولين في مدينة ينبع الصناعية السعودية. والبحر الأحمر وخليج عدن هما من

البيئات الحساسة لاحتوائهما على مساحات كبيرة من الشعاب المرجانية ومستنقعات المنجروف السوداء التي أدت إلى جنوح بعض الناقلات وغرقها. يعتبر التلوث بالنفط أهم أنواع التلوث في البحر الأحمر وخليج عدن خاصة في منطقة خليج السويس حيث تلوثت الشواطئ ببقع النفط وكرات القار. كذلك أسهمت الصناعات البتروكيماوية المنتشرة في المدن الساحلية في تعزيز التلوث.

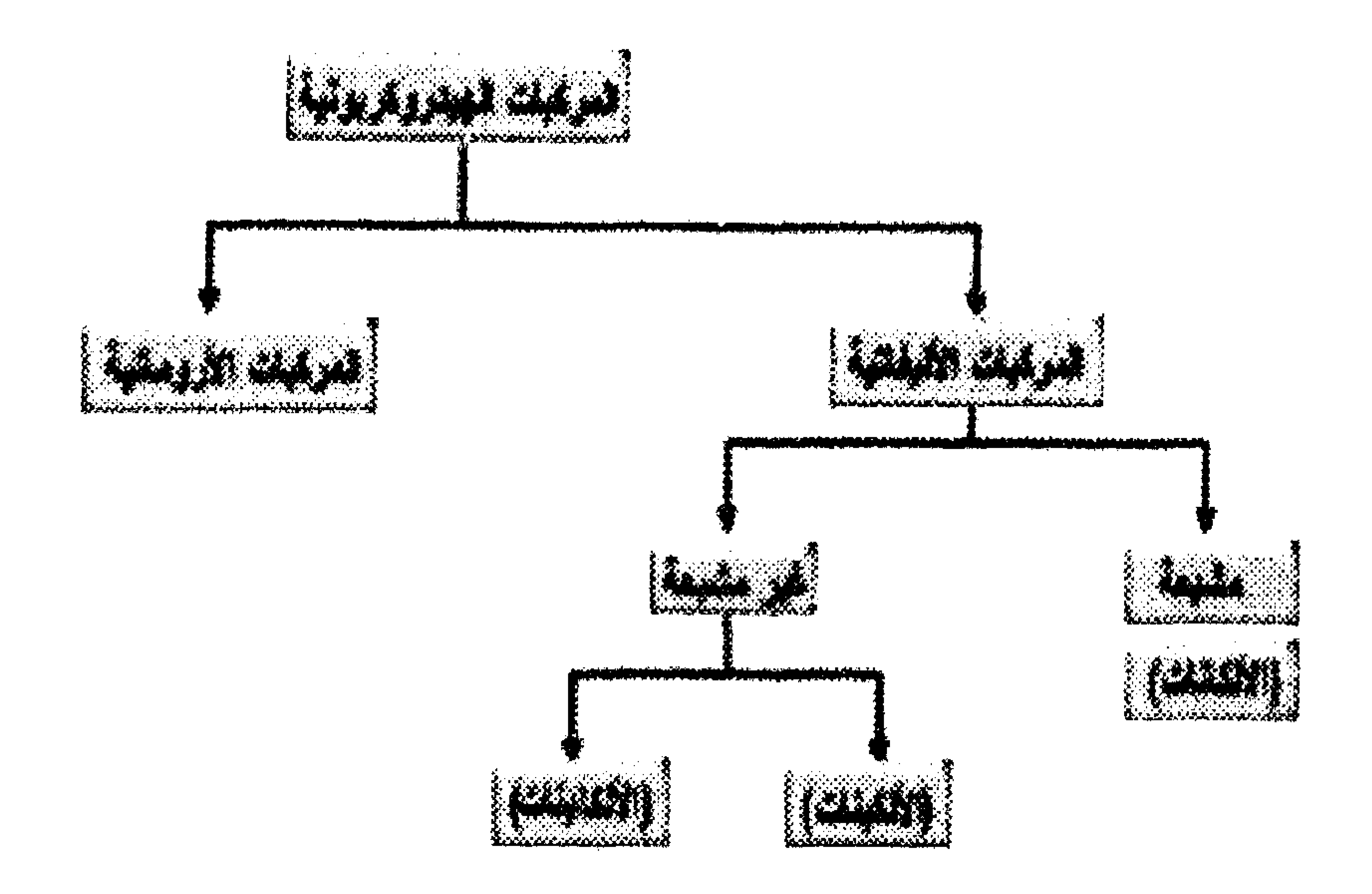
البحر المتوسط: التلوث النفطي في منطقة البحر المتوسط قليل بالمقارنة مع الخليج العربي والبحر الأحمر وخليج عدن، ورغم ذلك يتلقى المتوسط 17% من التلوث النفطي العالمي.

الخليج العربي: تتعرض البيئة البحرية في الخليج العربي لأشكال متنوعة من التلوث المباشر وغير المباشر حيث تستخرج من الآبار المجاورة لشواطئه الملايين من براميل البترول في اليوم ويتسرب منها الكثير إلى مياه الخليج، كما تشحن الناقلات كميات كبيرة من النفط المستخرج في الخليج والتي يؤدي التسرب منها أو جنوحها إلى المساهمة بنسبة كبيرة في تلوث المياه، فضلاً عن المياه الموازنة التي يتم التخلص منها في مياهه قبل الشحن. كما يجب أن نأخذ بالاعتبار مخلفات الصناعات البتروكيماوية ومصافي النفط الكثيرة التي انتشرت على سواحل الخليج العربي. لعبت حرب الخليج الأولى دوراً كبيراً في تلوث مياه الخليج وذلك فيما يعرف بحرب الناقلات التي أدى تدمير بعضها إلى تسرب كميات كبيرة من زيت البترول في مياه الخليج. جاءت حرب الخليج الثانية وبما رافقها من حرق لآبار النفط الكويتية وتدفق النفط في مياه الخليج لتزيد من حجم الكارثة وتجعلها أكثر خطورة وتعقيداً، ليس للمنطقة فحسب، بل لكل جهات العالم. وقد دلت الدراسات أن التلوث بالنفط في الخليج يبلغ أكثر من 47 مرة التلوث على المستوى العالمي بالنسبة إلى وحدة المساحة. ويأتي 77% من التلوث من عمليات الإنتاج البحري والناقلات. نتيجة لهذا التلوث وجدت تركيزات من الهيدروكربونات والمركبات العضوية الأخرى في مياه الخليج لاسيما حول المنشآت النفطية وخاصة في المناطق

الشمالية من الخليج حيث مناطق التصدير ومحطات الإنتاج. وتعتبر تركيزات القار على شواطئ دول الخليج من أعلى التركيزات في شواطئ العالم. ونظراً لاعتماد دول الخليج على مياهه كمصدر للماء العذب التي تتم تحليتها فإن زيادة تركيزات الهيدروكربونات والعناصر الثقيلة في مياه البحر يؤثر بدرجة كبيرة على نوعية المياه المنتجة في وحدات التحلية.

اسباب التلوّث البحري:

* الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتنقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.
* تسرب النفط إلى البحر أثناء عملية التحميل أو التفريغ في الموانيء النفطية.
* اشتعال النيران و الحرائق بناقلات النفط في عرض البحر.
* تسرب النفط الخام بسبب حوادث التآكل.
* التسرّب بانفجار آبار النفط في البحر أو بأجهزة إنتاج النفط الموجودة في البحر أو على الشواطئ أو حدوث تآكل كيماوي في خطوط أنابيب النفط البحرية.
* الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض حيث تسبب ناقلات النفط وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى 2مليون طن سنوياً بالرغم من أنه تبين أن الحوادث البحرية الواقعة لناقلات النفط لا تساهم في هذا التلوث إلا بما لا يزيد على 10% فقط.
* تسرب النفط إلى البحر أثناء الحروب كما حدث في حرب الخليج الثانية.



تحتوي الخامات النفطية على العديد من المشتقات الهيدروكربونية المحتوية على الكبريت والنيتروجين والأكسجين بكميات تختلف حسب تنوع مصادر إنتاجها، كما تحتوي هذه الخامات على كميات صغيرة من المركبات العضوية الفلزية الذائبة في الخليط الهيدروكربوني والأملاح غير العضوية المعلقة في الغرويات المائية.

وتوجد المكونات غير الهيدروكربونية حسب مدى غليانها في كل المقطرات البترولية، وتتركز في المنتجات الثقيلة والمخلفات البترولية.

أهم مكونات النفط و المواد المضافة إليه:

1. المركبات البرافينية وهي مثل (الميثان والبروبان والبيتان)
2. المركبات الحلقية وتنقسم إلى:

* النفثينات وهي مثل البنتان الحلقي (5ذرات كربون) والهكسان الحلقي (6ذرات كربون).
* المركبات الأوليفينية وهي مثل الإثيلين والبروبلين والبيوتيلين.

3. مركبات أخرى مثل ذرات عناصر الأكسجين أو النترجين أو الكبريت وهي لاتزيد عادة عن 5% من وزن الخام.
4. الفلزات أو المعادن الثقيلة كالنيكل والفاناديوم.
5. رابع إثيلات الرصاص الذي يضاف عند التكرير لتحسين نوعية البنزين و ينتج عنها الرصاص الذي يعتبر فلز سام وملوث خطر.

تأثير تدفق النفط في مياه البحر:

يتمثل تأثير التلوث بالنفط في النقاط التالية:

1. نظراً لتصاعد وتسامي الكثير من الأبخرة المختلفة من بقعة النفط حيث أن الزيت يطفو على سطح الماء لكونه أخف وزناً منه فإن التيارات الهوائية تدفع بهذه الأبخرة بعيداً عن الموقع الذي تلوث بالنفط إلى الأماكن السكنية على الشواطئ و المناطق الساحلية بواسطة الهواء الذي يصبح مشبّعاً بها وبتركيزٍ عالي فوق المقبول مما يؤثر على النظم البيئية البحرية و البرية.
2. يحتوي زيت النفط على العديد من المواد العضوية والذي يعتبر الكثير منه ساماً للكائنات الحية و من أخطر تلك المركبات الفينولات ومركبات PCP.
3. كثافة النفط أقل من كثافة الماء فهو يطفو على سطحه مكوناً طبقة رقيقة عازلة بين الماء و الهواء الجوي وهذه الطبقة تنتشر فوق مساحة كبيرة من سطح الماء (اللتر الواحد من النفط المتسرّب يغطي بإنتشاره مساحة تزيد عن 2400 متر من المياه السطحية) تمنع التبادل الغازي بين الهواء والماء فتمنع ذوبان الأكسجين في مياه البحر مما يؤثر على التوازن الغازي.
4. تمنع وصول الضوء إلى الأحياء المائية فتعيق عمليات التمثيل الضوئي التي تعتبر المصدر الرئيسي للأكسجين و التنقية الذاتية للماء مما يؤدي إلى موت كثير من الكائنات البحرية و اختلال في السلسلة الغذائية للكائنات الحية.
5. يختلط جزء من النفط بالماء مكوناً مستحلب يختلط بالماء الأكثر عمقاً و يركز الملوثات الأخرى الأكثر عمقاً كالمبيدات وبقاياالمنظفات الصناعية والعناصر

الثقيلة و المركبات الهيدروكربونية والذي يؤدي إلى هلاك الحياة البحرية إما جوعاً أو تسمماً.

6. يتسبب النفط المتسرب في تلويث الشواطئ الساحلية نتيجة إنتقاله لمسافات بعيدة بفعل التيارات البحرية و حركة المد والجزر كما تتجمع بعض أجزائه على شكل كرات صغيرة سواء تعيق حركة الزوارق و عمليات الصيد بالشباك وتُفسد جمال الشواطئ الرملية و تتلف الأصداف البحرية و الشعاب المرجانية مؤثرة على السياحة في تلك المناطق.

7. المركبات النفطية عند اتحادها في المياه تصبح أكثر ثباتاً و تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية و تختزن في كبد و دهون الحيوانات البحرية وهذه لها آثار بعيدة المدى و التي لا تظهر على البشر إلا بعد عدة سنوات وتسبب عدة أمراض.

8. علي الرغم من ان زيت البترول لا يقبل الذوبان في الماء، الا ان جزءا صغيرا من طبقة الزيت التي تغطي سطح البحر يختلط بالماء ليكون معه مستحلب تتعلق به دقائق الزيت المتناهية في الصغر في ماء البحر، وبمرور الوقن يختلط هذا المستحلب بالمياه التحت سطحية ويمتزج بها، وينتج عن هذا تلوث طبقات المياه العميقة في البحر، وتتوقف الاضرار التي تنشأ عن تصاعد الابخرة من بقعة الزيت والناتجة من تكوين مستحلب الزيت في الماء علي كثير من العوامل اهمها:

(أ) خواص الزيت نفسه، مثل الكثافة ودرجة اللزوجة والضغط البخاري.

(ب) عوامل طبيعية اخري مثل درجة حرارة الجو، ودرجة حرارة مياه البحر وحركة الامواج , ونوع التيارات البحرية واتجاهاتها، وشدة الرياح السائدة.

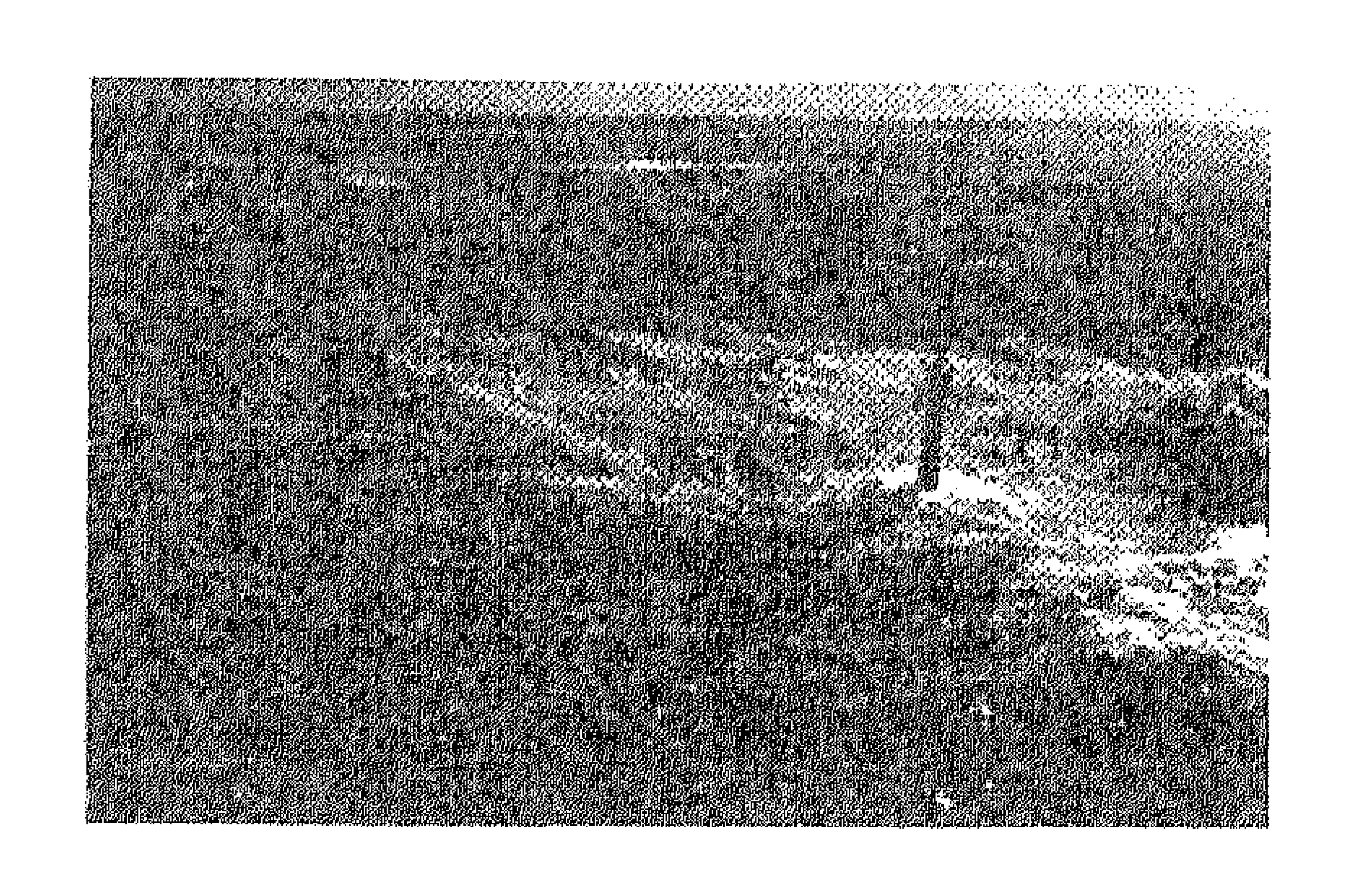
وتبلغ نسبة المواد الهيدروكربونية المتطايرة التي تتصاعد ابخرتها الي الجو من بقعة الزيت نحو 10% من وزن الزيت المكون للبقعة اذا كان هذا الزيت من النوع الثقيل (مثل زيت الديزل او زيت الوقود). اما اذا كان هذا الزيت من النوع

الخفيف مثل الجازولين فان نسبة المواد الهيدروكربونية المتطايرة التـــي تتصـــاعد ابخرتها الي الجو قد تصل الي 75% من وزن الزيت الملوث لماء البحر.

ومن الطبيعي ان تلوث الهواء في منطقة الحادث والمناطق المحيطـــة بهـــا يزداد كثيرا بزيادة نسبة المواد المتطايرة في الهواء.

9. قد يمتد التلوث الناتج من بقعة الزيت ليشمل قاع البحر لانه بعد تطاير الاجزاء المتطايرة وذوبان الاجزاء التي كونت مستحلبات , تتبقي الاجزاء الثقيلة الغيـــر قابلة للتطاير او الذوبان , وتبقي هذه الاجزاء الثقيلة (التي تبقت من بقعة الزيت) طافية فوق سطح الماء مدة من الزمن , وتتحول تدريجيا الي كتل صغيرة سوداء متفاوتة الاحجام تعرف باسم كرات القار Tar Balla وهي تنتج من اكسدة البقايا الزيتية الثقيلة بفعل الهواء والعوامل الميكروبيولوجية , وتحتوي عـــادة كـــرات القار علي قدر صغير من المركبات الهيدروكربونية طويلة السلسلة الكربونية , كما تحتوي علي قدر اخر من المركبـــات العضـــوية الكبريتيـــة والنتروجينيـــة بالاضافة الي بعض المركبات والمواد الاسفلتية , وتحمل تيارات الماء بعـــض كرات القار لتنشرها في كل مكان , بينما يتحول بعضها بمـــرور الـــزمن الـــي رواسب ثقيلة تنزل الي الاعماق وتغطي قاع البحر, ولقد جاء في احدي نشرات اليونسكو الخاصة عام 1981 أن نسية الكرات السوداء في مياه البحر الابـــيض المتوسط بلغت نحو 10 مليجرامات في المتر المربع من سطح الماء.

كما يقوم المستحلب الناتج من اختلاط الزيـــت بالمـــاء بامتصـــاص بعـــض العناصر الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم من مياه البحر، فيزداد بـــذلك تركيز هذه العناصر في المنطقة المحيطة ببقعة الزيت وتظهر بذلك اثارها الســـامة في منطقة الحادث.



صورة لغرق احدى ناقلات البترول

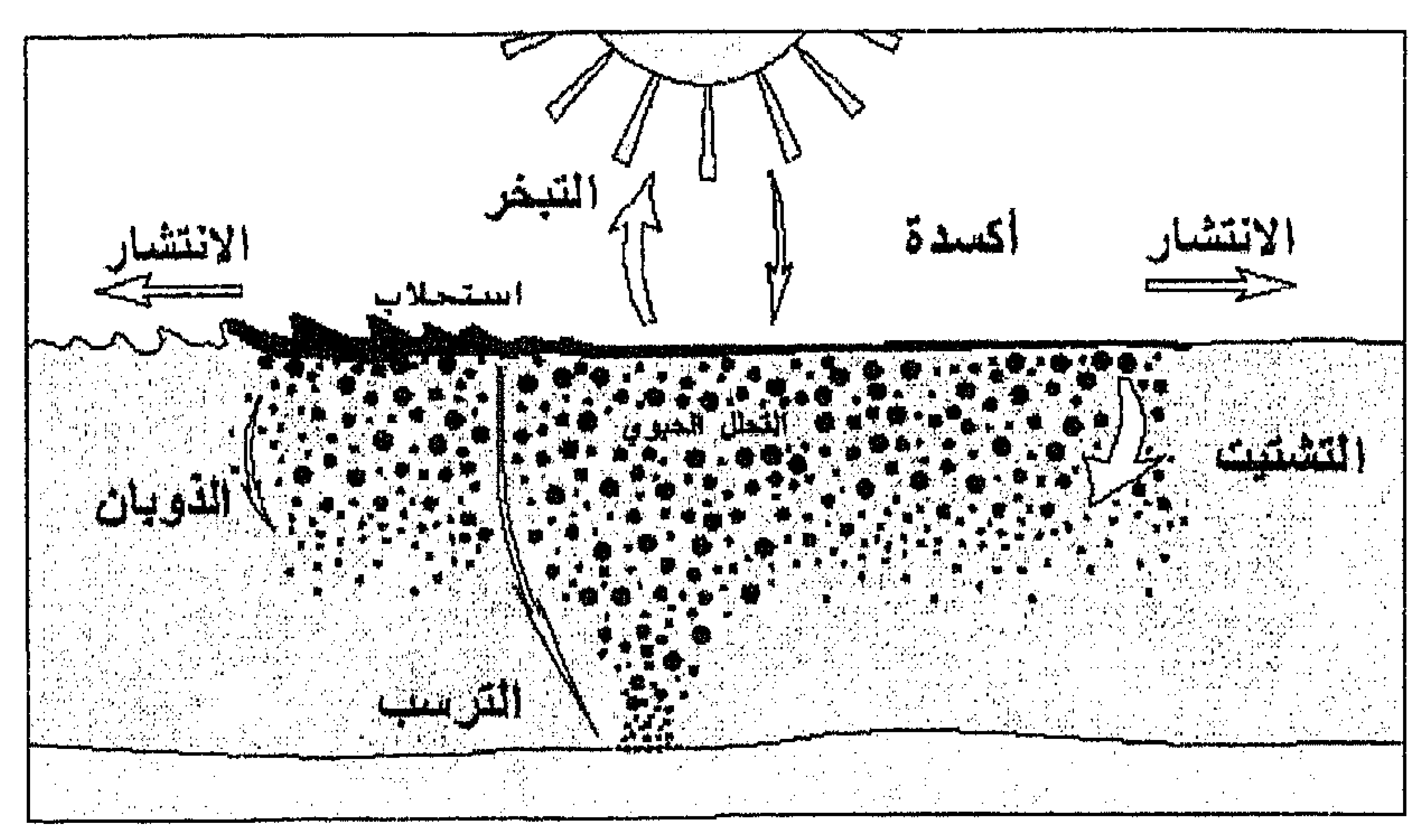
تأثير التلوث النفطي على الأسماك والثدييات البحرية:

وتوضح الدراسات أن الخليج العربي هو أكثر بحار العالم تلوثاً بالنفط، وأن الكائنات الحية في منطقة الجزيرة العربية مهددة، فهناك ما يقارب أربعة أنواع من الثدييات و21 نوعاً من الطيور و40 نوعاً من الزواحف وثلاثة أنواع من الأسماك مهددة بالانقراض تماماً! وقد شهد الخليج العربي عدداً من حالات التسرب النفطي تعد الأكبر والأسوأ على مستوى العالم خلال السنوات السابقة، ويمثل النفط المتسرب من الناقلات 28% من إجمالي النفط المتسرب إلى مياه الخليج العربي والذي يبلغ معدله حوالي 140 ألف برميل سنوياً.

أما بالنسبة للبحر المتوسط الذي تطل عليه كثير من الدول العربية، فيبلغ ما يتسرب سنوياً من النفط إليه ما يقارب 600 ألف مليون طن. وبناء على تقرير حديث صدر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة فإن 4% فقط من المناطق التي تنمو فيها المحاريات (الحيوانات الصدفية المائية) في البحر المتوسط تُنتج في الوقت الحاضر مأكولات بحرية صالحة للإنسان.

وكان التقرير العالمي الثالث لبرنامج البيئة التابع للأمم المتحدة قد ذكر في وقت سابق أن كوكب الأرض يقف على مفترق طرق، فربع الثدييات في العالم

و12% من الطيور تواجه بالفعل خطر الفناء، وبحار العالم معرضة بالفعل لتهديد حقيقي بسبب التلوث، وثلث المخزون العالمي من الأسماك يصنف الآن باعتباره ناضباً أو معرضا للخطر.



مخطط يبين التلوث بزيت البترول ومسار الزيت والمركبات البترولية داخل وعلي سطح البحر

ويتضح من المخطط السابق:

* طبقة الزيت الطافية علي سطح البحر تنتشر ببطء فوق سطح الماء ويتبخر جزء منها ويحدث له اكسدة ضوئية بفعل ضوء الشمس.
* جزء اخر من طبقة الزيت الطافية فوق سطح الماء ينجرف باثر رياح البحر ويتشتت ويحدث له اكسدة ضوئية بفعل ضوء الشمس ثم يكون مستحلبات طافية في الماء ثم يكون طبقة هلامية رقيقة فوق سطح الماء.
* يبدأ جزء اخر من الزيت في اختراق طبقة سطح الماء وتنتشر وتكون مستحلبات داخل الماء ثم قد يحدث لها تحلل بيولوجي بفعل الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في قاع البحر.

* يمتز جزء اخر من الزيت علي بعض الاجسام او المواد المائية فيبدا الزيت في الترسب داخل قاع البحر حيث تبدا انواع اخري من الكائنات القاعية بتحليله بيولوجيا.

تأثير التلوث النفطي على الثروة البحرية في الخليج العربي:

تؤدي حوادث تسرب النفط إلى البحر إلى نقص كبير في كمية ونوعية المواد الغذائية التي ينتجها البحر والتي تساهم بدرجة كبيرة في تغذية الأنسان. وفيما يلي عرض موجز حول أهم ما جاء في الدراسات التي أنجزت حول تأثير التلوث على المصادر المختلفة للثروة البحرية.

1. تأثير التلوث النفطي على عمليات الصيد والأسماك:

من مظاهر تأثير التلوث النفطي انخفاض إنتاجية المصائد الذي يعزي إلى انخفاض في العمليات الحيوية كالنمو أو قد يعود إلى عزوف الناس عن شراء الأسماك خوفاً من أخطار التلوث، أو أن الصيادين أنفسهم يتوقفون عن الصيد في المناطق الملوثة خشية تلف معداتهم مما يزيد في النقص الغذائي، كما حدث في خليج تاروت السعودي عندما تسرب حوالي 100000 برميل من النفط عندما حصل انفجار في أنابيب النفط سنة 1970 مما أدى إلى عدم تناول الأسماك لرداءة طعمها لفترة ستة أسابيع مما عرقل عمليات الصيد لفترة ثلاثة أشهر تقريباً.

بالرغم من الكميات الكبيرة من النفط التي تدخل العمود المائي عند حدوث تسرب نفطي إلا أنه لا يوجد أية إشارة سابقة عن حدوث نفوق واسع بين الأسماك السطحية نتيجة النفط الخام الثقيل، كما أن الأسماك تختلف عن الطيور في كون جسمها مغطى بطبقة مخاطية لزجة لا يمكن للنفط الالتصاق بها. ولعل قدرة الأسماك على تحاشي المناطق الملوثة بالهجرة منها يؤدي إلى تقليل حالات النفوق.

في حين بيض ويرقات العديد من الأسماك واتلي تمثل العديد من الأنواع التجارية (كالسردين) طافية على سطح البحر أو تقطن الطبقات العليا منه فإنها

تكون معرضة لتأثير النفط المتسرب وستعاني من حالات النفوق الكبيرة كما يحدث عند اقترابها من مداخل محطات القوى المنتشرة على سواحل منطقة عمل المنظمة.

2. تأثير التلوث النفطي على الهائمات النباتية والطحالب:

تعتبر الهائمات النباتية المسئول الأول عن تثبيت الطاقة في البيئة البحرية (بوساطة عملية التركيب الضوئي) وهذه الهائمات تتغذى عليها الحيوانات البحرية بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وقد أظهرت الدراسات الحديثة قياس تراكيز النفط الخام اللازمة لحدوث حالات النفوق أو منع انقسام الخلايا على عدة أنواع من الهائمات النباتية ووجد بأن التركيز الذي يؤدي إلى النفوق يتراوح بين 1-10000 مليلتر/ لتر وأن تأخر أو توقف انقسام الخلية يتراوح بين 10000.0- 1.0 مليلتر/ لتر، أما تأثير التلوث النفطي فهو أقل من الأحياء الأخرى بسبب قدرتها على استرجاع قابلية نموها بعد فترة من الزمن وإضافة فروع جديدة بالقرب من قواعد الفروع القديمة.

3. التأثير على الرخويات:

تعاني الرخويات (كالمحار) من حالات نفوق هائلة عند حدوث حالات تسرب للنفط ووصوله إلى منطقة الساحل وحادث انسكاب زيت الديزل قرب شواطئ كاليفورنيا والذي أدى إلى قتل أعداد هائلة من المحار خير دليل على ذلك. كما لوحظ من الدراسات أن تراكيز النفط المؤثرة جداً على عملية الإخصاب تراوحت بين واحد إلى ألف جزء بالمليون، ولوحظ أيضاً انخفاض في قابلية وكفاءة هذه الأحياء البحرية على السباحة.

4. التأثير على القشريات:

إن مجموعة القشريات (كالروبيان والسرطان) ليس تحت تأثير مباشر مع الملوثات النفطية المتسربة كسابقتها (الحيوانات الرخوية والقشريات الثابتة غير المتحركة)، لأن هذه المجموعة لها القابلية على الحركة مما يجعلها أكثر قدرة على

تحاشي التعرض للتراكيز العالية من النفط عدا صغارها ويرقاتها وبيضها التي لا تستطيع الفرار مما يؤدي إلى حالات نفوق كبيرة.

5. التأثير على الأحياء البحرية الأخرى:

تعتبر شوكيات الجلد وخيار البحر من أكثر الأحياء حساسية وتأثراً بالنفط المتسرب وأسباب التلوث الأخرى، إذ لوحظ اختفاؤها أو انقراضها من بيئات تعرضت لحوادث التلوث النفطي. وفي المنطقة البحرية لدول الخليج العربي حدثت حالات كثيرة جداً من النفوق في الأحياء البحرية أثناء فترة تشكيل بقعة زيت نوروز وبقعة النفط من الكويت وبصورة خاصة الحيوانات الفقرية التي تتنفس الهواء كالأفاعي والسلاحف والدلافين وقد وجد أن الكثير منها يصعد إلى الشاطئ لتموت هناك بعد إصابتها بضيق في التنفس وبالتهابات جلدية ونزف داخلي.

6. تأثير التلوث النفطي على الطيور:

تعتبر هذه المجموعة من أكثر المجاميع البحرية تأثراً بالتلوث النفطي، إذ لوحظ انقراض أنواع عديدة منها من البيئة التي تتعرض طويلاً لأخطار التلوث وخير مثال ما حصل على الشواطئ السعودية نتيجة حرب 1991 حيث نفق العديد من الطيور نتيجة بقعة الزيت التي امتدت على تلك السواحل. كما وتكون مواطن الطيور وأعشاشها في الجزر المتناثرة (مثال جزيرة كبر في الكويت) والتي يغلف النفط شواطئها لفترات طويلة أكثر تضرراً من غيرها.

7. التأثير على مشاريع مياه الشرب:

يعتبر النفط ومخلفاته من أصعب المشاكل التي تواجه القائمين على معامل التقطير والتحلية لمياه البحر في منطقة الخليج العربي فضلاً عن البقع النفطية الناتجة من التسرب النفطي. وذلك نظراً لإمكانية تأثيرها على جودة المياه المنتجة للشرب.

فمثلا الروائح الكريهة التي تبقى في الماء بسبب إختلاط النفط فيه، قد تنتقل هذه الروائح الي مياه الشرب اذا وصلت الي مصادر مياه الشرب في الأنهار، وهذه الروائح الكريهه تسبب نفورا من ماء الشرب، فعادةً يكون الماء النقي عديم الرائحة والطعم.

8. التأثير على الخدمات الملاحية وعلى جمال الشواطئ:

يتسبب التلوث النفطي في شل حركة الملاحة بأنواعها مما يؤثر سلباً على اقتصاد المنطقة، فضلاً على أن وجود التلوث النفطي أو غيره يؤثر وبشكل سلبي على النواحي الجمالية للشواطئ ويحرم مر تادي الشواطئ من التمتع بالنواحي السياحية أو الترفيهية في تلك المناطق (وخير مثال على ذلك الشواطئ الكويتية والسعودية التي تأثرت نتيجة بقعة الزيت في عام 1991.

سوائل الحفر البترولية والتلوث النفطي:

تعتبر سوائل الحفر العمود الفقري لعمليات الحفر إذ لا يتم حفر أي بئر للنفط إلا باستعمال سائل خاص يسمى بسائل الحفر، ويتم ضخ هذ السائل من السطح عبر أنابيب الحفر حيث يتم خروج سائل الحفر من فتحات خاصة بفأس الحفر ويتم تدفق السائل إلى السطح في دورة تامة خلال المسافة بين أنابيب الحفر والطبقات المحصورة، عند وصول سائل الحفر إلى السطح يمر بعملية تنظيف من الفتات الصخري الذي يحمله السائل عبر غرابيل التنظيف وأجهزة الطرد المركزي، ويتم ضخ السائل مرة أخرى إلى البئر في دورة متواصلة أثناء عملية الحفر. يتم تصميم سائل الحفر ونوعه من خلال معرفة الطبقات التي سوف يتم حفرها بحيث يتناسب نوع السائل المستعمل ومكوناته في إنجاز عملية حفر الطبقات دون حدوث أية مشاكل قد تعرقل عملية الحفر.

أنواع سوائل الحفر:

تنقسم سوائل الحفر أساساً إلى قسمين أساسيين:

1- سائل الحفر المائي:

وهو الذي يكون أساسه الماء ويضاف إليه مواد أخرى كالطين والبارايت والمواد العضوية في صورة بلمر والأملاح وغيرها من المواد الأخرى لبناء المواصفات الطبيعية والكيميائية للسائل لتناسب حفر الطبقات المراد اختراقها.

2- سائل الحفر الزيتي:

هو الذي يكون أساسه زيت (الديزل) وتضاف إليه مواد أخرى أيضاً لها قدرة الذوبان والتعامل مع الديزل لخلق مواصفات معينة تتناسب مع عمليات الحفر.

سوائل الحفر والتلوث:

يعتبر سائل الحفر المائي من السوائل التي لا تشكل أي خطر بيئي يذكر ويتم رمي مخلفاتها مباشرة دون الدخول في برنامج لتنظيف أونقل الفتات الصخري ويتم هذا الإجراء في الحفر البري والبحري على السواء. أما فيما يتعلق باستعمال سائل الحفر الزيتي فإن الأضرار البيئية الناتجة من استعماله مؤكدة وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من الديزل، ونتيجة لتكلفته الكبيرة مقارنة بالسائل المائي فإنه يتم نقله من مكان لآخر لإعادة استعماله عند اللزوم، كما حدث عند استعمال هذا النظام في حفر معظم آبار حقل البوري، حيث تم حفظ السائل في خزانات عائمة لاستعماله مرة أخرى، ويتم خلط كمية جديدة وقت الحاجة لذلك. والفتات الصخرى المصاحب لعمليات الحفر باستعمال السائل الزيتي تكون مغطاة بطبقة زيتية لذا لا يتم رميها في البحر خوفاً من التلوث البيئي للبيئة البحرية والشواطي فيتم تجميعها في أحواض ونقلها إلى الشاطئ حيث يتم التخلص منها بالطرق المناسبة بيئياً إلا أن هذا النظام يزيد من تكاليف الحفر داخل عرض البحر.

أنظمة سوائل الحفر الزيتية الاصطناعية:

سعت العديد من الشركات النفطية منذ العشرين عاماً الماضية إلى تغيير سائل الحفر الزيتي التقليدي إلى سائل الحفر الزيتي الاصطناعي وذلك لحماية البيئة والتقليل من التلوث البيئي خاصة في عمليات الحفر البحرية ليتم التخلص من الفتات الصخري في مياه البحر بدلاً من نقله إلى المواقع البرية، حيث يتم خلط أنظمة سوائل الحفر الاصطناعية باستخدام الأملاح العضوية والهيدروكربونات الايثيلينية بدل زيت الديزل أو الزيوت المعدنية، كذلك إضافة المواد الخاصة بالتحكم في الخواص الفيزيائية المطلوبة مثل اللزوجة ومواد التحكم لمعدل الرشح ومواد زيادة الوزن. ومع أنواع سوائل الحفر الاصطناعية الاستر (الملح العضوي)، الايثر والاسيتال ومتعدد الالفاالاولفين (الهيدروكربونات الايثيلينية)...إلخ.

وتعتقد الهيئات الصناعية بأن السوائل الاصطناعية الجديدة تقلل خطر التلوث الناتج من الفتات الصخري الذي يرمى بالبحر حيث قامت بإصدار تراخيص الاستعمال إلى جميع شركات سوائل الحفر لتسمح لها باستخدامها.

هذه التراخيص تمت على أساس تجارب أساسية وبدائية بالمختبرات لهذه السوائل من ناحية درجة السُّمية والتحلل. إلا أنه توجد ثلاثة عوامل أثارت شكوكاً حول استخدام سوائل الحفر الاصطناعية وهي:

- محدودية الاختبارات التي تجرى على ترسبات الفتات الصخري في قاع البحر.
- محدودية الاختبارات المعملية على نسبة التحلل العضوي.
- السوائل الاصطناعية تتحلل بدرجة الحرارة والأس الهيدروجيني والضغط.

أخيراً إنه من الصعب إيجاد حل نهائي وجذري لمشكلة سوائل الحفر حيث أن علاج كميات الفتات الصخري يتطلب إنشاء محطات تقطير وتنقية وهذه تعتبر عالية جداً من حيث التكلفة.

مياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات) والتلوث البيئي:

تعتبر النفايات والمخلفات البترولية التي تلقيها ناقلات البترول اثناء سيرها في عرض البحار ,احد الاسباب الرئيسية لتلوث مياه البحار والمحيطات بزيت البترول، فقد درجت ناقلات البترول الفارغة اثناء رحلتها الي ميناء الشحن ان تملأ نحو 30 –50 % من مستودعاتها بمياه البحر للحفاظ علي توازنها اثناء رحلتها، ونظرا لان الناقلة لا تستطيع ان تفرغ كل محتواياتها من الزيت بنسبة 100% في ميناء التفريغ فانه يتبقي دائما بمستودعاتها قدر صغير من زيت البترول الخام يتراوح عادة بين 1 الي 2 % من حمولتها الاصلية، وعند ملء الناقلة بماء التوازن يختلط به هذا الزيت المتبقي بمستودعات الناقلة ويخرج مع الماء عند افراغ الناقلة لماء التوازن ليمتزج بماء البحر بالقرب من ميناء التحميل للبترول ومكونا كرات من القار تحتوي علي نسبة عالية جدا من الحديد , ولا يستهان بكمية البترول التي تتسرب الي البحر من خلال قذف مياه الصابورة في البحر بدون معالجة حيث تقدر هذه الكمية بحوالي 1% من نسبة الانتاج العالمي من البترول، وهناك مئات الناقلات التي تفعل ذلك كل يوم. ومن ثم فانه لابد ان تجهز الناقلات بجهاز فصل البترول عن مياه الاتزان علي ظهر الناقلة , ثم تقذف المياه الي البحر علي الا يتجاوز تركيز البترول في هذه المياه 15 جزءا من المليون.

مثال لحساب كمية الزيت في مياه الموازنة:

احسب كمية الزيت في مياه الموازنة المقذوفة سنويا في مياه خليج اذا كانت كمية الزيت المصدرة من هذا الخليج تبلغ 12 مليون برميل، وان كمية مياه الموازنة 40 % من سعة الناقلة، ويبلغ تركيز الزيت المسموح به في مياه الموازنة 15 جزء في المليون.

الحل:

كمية مياه الموازنة = 12 × 0.4 = 4.8 مليون برميل

كمية الزيت في مياه الموازنة = 4.800000 × 15 /1000000= 72 برميل / يوم

= 72 × 365 = 26280 برميل / سنة.

مكافحة التلوث النفطي للمياه:

إلزام السفن المحملة بالمواد النفطية باستعمال تركيبات خاصة للحيلوله دون تسرب الزيت إلى مياه البحار، لأن مشكلة تسرب الزيت إلى المسطحات المائية معقدة جداً.

واذا حدث تلوث نفطي للمياه فعادة يتم التخلص من المنطقة الملوثة باساليب ميكانيكية تعتمد علي منع الانتشار او امتصاص البقعة الزيتية او تحزيمها.

وعموما يتم التخلّص من المنطقة الملوثة بالطُرُق الميكانيكية، مثلً:

1- استخـدام الحواجـز الطافية لتسييج البقعة النفطية للحيلولة دون انتشار الـنفط المكوّن منها.

2- استعمال المواد الماصّة الـتي تعرقل حركة البقعة النفطية جزئياً مثل الصوف الزجاجي والمايكا، وتُرشّ هذه المواد من قوارب صغيرة ثم يتم جمعها بواسطة شبكات دقيقة وتنقل إلى حيث يمكن التخلّص منها إما حرقاً في أفران خاصة أو يتم استخلاص النفط الموجود فيها ويعاد استعمالها من جديد.

3- استعمال طريقة المصّ بواسطة أجهزة خاصة تمصّ البقع النفطية مثل المكانس الكهربائية، وبذلك يتمكن من فصل النفط عن الماء.

4- استعمال أجهزة تقـوم بقشط طبقـة النفط السميكة الطافية فوق سـطح الميـاه ويتم تجميع النفط المقشوط وسحبه باستخدام المضخّات.

5- استخدام أجهزة الحزام الناقل التي تمرر حزاماً معدنياً عبر طبقة النفط اللزجة حيث يلتصق النفط بالحزام ويمكن التخلص منه لاحقاً.

إلاّ إنّ استخدام المواد الكيماوية فـي تجميـع النفط كما مرّ في بعض الطرق السابقة قد يزيد المشكلة سوءاً لأنه سيساهم في تسمم مياهه المغلقة.

وتضم المواد الكيماوية السامة عشرين نوعـاً؛ وآثار هذه المواد على البيئـة البحرية أسوء مـن آثـار النفط عليهـا، فالأفضـل استعمال الطرق الميكانيكية.

6- ويمكن مكافحة التلوث النفطي بواسطة البكتيريا. وقد وجد بعض العلماء أن عدداً من الإحياء الدقيقة المجهرية التي تستطيع تحليل المواد النفطية في الوقت نفسه تستطيع تحويل البُقع النفطية إلى قطرات دقيقة جداً في الماء.

وقد استخدمت بعض شركات البترول والمختبرات الكيماوية المتخصصة في بعض البلاد الغربية هذه الأحياء المجهرية على نطاق واسع في معالجة البقع النفطية في البحار والمحيطات التي تَسرِّب النفط إليها إما بكسر الناقلة أو ما أشبه ذلك.

ولكن يبقى لهذه الطريقة مساوئها أيضاً، والتي منها بطء فعاليتها في حالة الكوارث النفطية الكبيرة التي تغطي مساحات مائية واسعة، كما أن لهذه الأحياء آثاراً جانبية ضارة تتمثّل في استهلاكها لكميات كبيرة من الأوكسجين في أثناء قيامها بعملية التحليل وهو ما يؤدي إلى اختناق الأحياء المائية الأخرى الموجود تحت البقع النفطية، خصوصاً الأحياء المائية الصغيرة جداً، والتي هي طعمة سائغة للحيوانات الكبيرة في البحر مثل الحيتان والأسماك وما أشبه ذلك.

كما إنه يمكن استخدام البكتيريا في مكافحة التلوث النفطي للتربة، مثل استعمالها في البقع النفطية البحرية، حيث تستخدم أنواع خاصة من البكتيريا القادرة على أكسدة النفط وتحليله وتكون البكتيريا في شكل مستحضر تضاف إليه توليفة من الأملاح المعدنية كغذاء، ويُرشّ هذا المستحضر بواسطة الطائرات المروحية أو سائر الوسائل، وذلك فوق التربة الملوثة للبقعة النفطية.

رابعا التلوث بالملوثات العضوية الدائمة

Persistent Organic Pollutants

❖ POPs هي اختصار للعبارة الإنجليزية persistent organic pollutants أي الملوثات العضوية الدائمة وتسمي ايضا الملوثات العضوية الثابتة اي المقاومة للتحلل التي تمثل مجموعة من أخطر الملوثات المعروفة في العالم. تختص هذه

الملوثات بعدة صفات تميزها عن غيرها، فهي مركبات كيميائية أساسها الكربون، وخواصها أربع: فهي ذات سمّيّة عالية، وهي دائمة، ولها نزعة للتبخر، ولها قابلية خاصة للدهون. ومخاطر الملوثات العضوية الدائمة على صحة الإنسان والحيوان معروفة منذ الأربعينيات، وهناك مساعٍ دولية نشطة من أجل منعها دوليًا من الاستخدام.

- ❖ في عام 1944 اكتشف العلماء أن الـ DDT –أحد مبيدات الحشرات المستخدمة ضد الناموس– يترك إحدى نتائج تحلله في دهون الإنسان. وبعد سبع سنين أخرى أظهرت دراسة أن الـDDT يفرز في لبن الأم. وفي أوائل الخمسينيات لاحظ علماء الطبيعة أن قشور بيض النسور الصلعاء تزداد رقة، بالإضافة إلى انخفاض مفزع في أعدادها. وفي عام 1962 أوضحت "راشل كارسن" الآثار المدمرة للملوثات العضوية الدائمة على الحياة البرية وعلى صحة الإنسان.
- ❖ صنعت هذه الكيماويات أساسًا من أجل السيطرة على الأمراض، ولزيادة الإنتاج الزراعي، ولتحسين مستوى المعيشة ككل؛ حيث إنها تستخدم كمبيدات حشرية زراعية ومنزلية، ولكن واقعيًا تسببت هذه الكيماويات في تهديد خطير للتنوع الحيويBiodiversity ولصحة الإنسان، وبما أن مخاطرها أكثر بكثير من منافعها فلم يعد لاستخدامها أي مبرر.
- ❖ للملوثات العضوية الدائمة خاصية تسمى بالتراكم الحيوي Bioaccumulation معنى أنها تدخل إلى الكائنات الحية عن طريق طعامها أو مائها أو عن طريق الاحتكاك المباشر بها أو استنشاقها، ثم تبقى داخل ذلك الكائن الحي، تستمر هذه الملوثات في التركيز كلما انتقلت إلى أعلى السلسلة الغذائية؛ حتى تصل إلى الحيوانات في قمة السلسلة بما في ذلك الإنسان؛ حيث توجد أعلى التركيزات لهذه الملوثات. تتحلل هذه الملوثات ببطء شديد؛ حيث تستمر عالقة في البيئة أو في الأنسجة البشرية لسنين طويلة.

خصائص وتأثيرات المُلوّثات العضوية الثابتة:

* ثابتة: قدرة على مقاومة التحلُّل.
* قدرة على التراكم في الأنواع الإحيائية.
* قدرة على الانتقال بطرق عدّة و لمسافات طويلة (الهواء، المياه، الأنواع الإحيائية المُهاجِرة).
* قدرة على تعطيل نظام الغدد الصمّاء، شَلّ الجهاز المناعي، وإحداث تَغَيُّرات توالدية و إنمائية.

تستطيع POPs أن تنتقل آلاف الأميال في رحلات معقدة عبر الهواء والتيارات المائية ومن خلال الشبكة الغذائية، حتى أصبح استخدام إحدى الدول لها مشكلة للعالم أجمع؛ حيث اكتشف العلماء نسبًا مركزة من هذه الملوثات في مناطق هي أبعد ما تكون عن مناطق استخدامها، فمثلا وجد العلماء مادة "التوكسافين" في أسماك بحيرات القطب الشمالي الكندي في حين أنها لم تستخدم قط في أي منطقة قريبة منها. كما وجدت ملوثات دائمة في طيور "القطرس" المقيمة على جزيرة "ميدواي" المنعزلة في وسط المحيط الهادي، كما أن بطاريق "أنتاركتيكا" أصبحت ملوثة بإحدى نتائج تحلل مادة "الكلوردين" وملوثات دائمة أخرى.

كما قلنا فإن الملوثات العضوية الدائمة ذات سمية عالية، ولا تقتصر سمّيتها على التركيزات العالية منها فقط التي تتسبب في الوفاة أو في أمراض خطيرة، بل إن التركيزات الضعيفة منها تتسبب في مشاكل عديدة للبيئة ولصحة الإنسان؛ لدرجة أن تركيزًا من هذه الملوثات يصل فقط إلى جزء من ترليون يؤثر على درجة ذكاء الإنسان، كما أن هذه الملوثات تقوم بتعطيل الغدد الصماء، ويكون التأثير سيئًا إذا تعرض الجنين لها وهو في بطن أمه؛ حيث تؤثر من خلال تعطيلها للغدد الصماء على نمو الجنين بالإضافة إلى تأثيرها على قدرته على التعلم، ومقاومته للأمراض وللإنجاب مستقبلا.

أما كونها دائمة فبسبب عدم تحللها بالطرق المعروفة الطبيعية من تعرض للضوء والتفاعلات الكيميائية والعمليات الحيوية التي كانت ستحيلها إلى مواد غير ضارة. بل على النقيض فإن مادة الـDDT مثلا تتحول إلى مادة الـDDE في جسم الإنسان التي تعتبر أكثر استقرارًا ودوامًا من المادة الأصلية، لا يستطيع جسم الإنسان أن يتخلص من هذه المواد إلا عن طريق الرضاعة؛ وبالتالي تستمر هذه المواد في التركيز في جسم الإنسان على مدى السنين.

من ضمن أكبر مخاطر POPs على صحة الإنسان آثاره السيئة على الجنين والطفل الرضيع. فأثناء حياة أية امرأة تستمر هذه الملوثات في التركيز في الأنسجة الدهنية. وبسبب متطلبات الحمل والرضاعة التي تتسبب في تكسير الخلايا الدهنية من أجل الاستفادة بها تغرق دورتها الدموية في وقت قصير بكل الملوثات التي تراكمت في الأنسجة الدهنية على مر السنين التي تمر بالتالي على الجنين أو تفرز في اللبن إلى الطفل الرضيع، وبالتالي يتعرض الإنسان إلى هذه الملوثات في مرحلة حساسة جدًا من حياته.

تؤثر الملوثات العضوية الدائمة على الجهاز المناعي للإنسان وعلى جهازه العصبي، كما أنها تتسبب في مشاكل سلوكية له بالإضافة إلى تأثيرها على الإنجاب. هناك دراسة أقيمت في السويد أثبتت أن هناك علاقة بين كميات الـ PCBs والدايوكسينات والفيورانات في غذاء الإنسان وانخفاض ملحوظ في أعداد الخلايا الطبيعية القاتلة natural killer cells التي تلعب دورًا هامًا في مقاومة السرطان. كما أثبتت دراسة كندية أن تعرض الأطفال للملوثات العضوية الدائمة يعرضهم للإصابة بالالتهابات بنسبة 10 إلى 15 مرة أكثر من غيرهم، ودراسة هولندية وجدت أن هناك تأثيرًا لـPOPs على نمو الجهاز المناعي للطفل الذي قد يتسبب في مشاكل مستقبلية من إخماد المناعة immune suppression والحساسيات والإيدز.

وأخيرًا دراسة أمريكية وجدت أن أطفال بعض الأمهات اللاتي قد تربين على أكل أسماك بحيرة "ميتشيجان" لديهم درجات ذكاء منخفضة مقارنـــة بغيـــرهم مـــن الأطفال وذاكرة ضعيفة طويلة المدى وقصيرة المدى بالإضافة إلى درجة تركيـــز منخفضة.

ارتبطت الملوثات العضوية الدائمة أيضًا بانخفاض فـــي أعـــداد الحيوانـــات المنوية عند الرجال وزيادة في العيوب الخلقية للجهاز التناسلي وزيادة نسبة سرطان الخصية.

أما بالنسبة للحيوانات البرية فقد أثبتت دراسات عديدة علاقة POPs بضعف نمو الجهاز التناسلي فيها وبالتالي علاقتها المباشرة بتعرض الكثير من الحيوانـــات للانقراض.

قدم منتدى الحكومات للأمان الكيميائيIFCS في عام 1996 تقريرًا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP يقرر فيه أنه لا بد من إجراءات عالمية للتقليل من آثار اثنتي عشرة مادة ملوثة عضوية دائمة على صحة الإنسان. هذه المواد هي:

DDT , Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Dioxins, Furans, Polychlorinated biphenyls (PCBs)

ومنذ عام 1997 تتفاوض 100 حكومة على عمل اتفاقية لمنع استخدام هـــذه المواد على أن تكون الدورة الخامسة والأخيرة لهذه المفاوضات في ديسمبر 2000 في جنوب أفريقيا.

من ضمن المشاكل التي على تلك الحكومات معالجتها إيجاد بدائل لتلك المواد التي تستخدم كلها كمبيدات حشرية سواء زراعيًا أو لإبادة الناموس. فمثلا في الدول الحاضنة لمرض الملاريا ما زال استخدام الـــDDT منتشـــرًا. فمـــا زالـــت دول أفريقيا والهند والاتحاد السوفييتي السابق تستخدم الكثير مـــن الملوثـــات العضـــوية الدائمة لإبادة الحشرات والناموس.

مشكلة أخرى هي الملوثات القديمة المخزونة بشكل غير سليم التي لا بد من التعرف على أماكنها وتجميعها وتدميرها بشكل سليم حتى لا تؤثر على البيئـــة. إن مشكلة الملوثات العضوية الدائمة مشكلة عالمية وبالتالي لا بد لها من حل عـــالمي. ولن تكفي اتفاقية عالمية بل لا بد من تعاون جميع الحكومات والمؤسسات الصناعية والجمعيات الأهلية والمستهلكين لمنع استخدام هذه المواد الضارة بالبيئة وبالإنســـان وبالحيوان.

5-5. التلوث الكيميائي غير العضوي للمياه

التلوث التلوث الكيميائي غير العضوي للمياه هو التلوث بالملوثات الغير عضوية والتي تصيب الماء , ومن اهم صور التلوث الكيميائي غير العضوي للمياه هي:

- تلوث الماء بالاسمدة والمخصبات الزراعية الكيميائية
- تلوث الماء بالمعادن الثقيلة والكيماويات السامة
- تلوث المجاري المائية بالامطار الحامضية

اولا تلوث الماء بالاسمدة والمخصبات الزراعية الكيميائية:

يتزايد الطلب علي الغذاء في جميع انحاء العالم نتيجة الزيادة السكانية الهائلة، مما دفع المزارعين الي استخدام انواع مختلفة من المخصبات الزراعية (مثل الاسمدة الفوسفاتية والاسمدة الازوتية وغيرها) لزيادة خصوبة التربة المتاحة لهم وزيادة انتاجها من المحاصيل المختلفة والتي يعتمد عليها الأنسان في حياته، وعند استخدام تلك المخصبات الزراعية بطريقة غير محسوبة فان جزء كبير منها قد يتبقي في التربة مسببا تلوثا لها، وهذا الجزء المتبقي يكون زائدا عن حاجة النبات وهو يعد اسرافا ليس له مبرر من الناحية الاقتصادية.

والتربة الملوثة ببقايا المخصبات الزراعية تسبب كثيرا من الاضرار للبيئة المحيطة بهذه التربة، فعند ري التربة المحتوية علي قدر زائد من المخصبات

الزراعية فان جزء منه يذوب في مياه الري. ويتم غسله من التربة بمرور الوقت حتي يصل في نهاية الامر الي المياه الجوفية في باطن الأرض ويرفع بذلك نسبة كل من مركبات الفوسفات والنترات في هذه المياه، كما تقوم مياه الأمطار بحمل ما تبقي في التربة من هذه المركبات، ويشترك بذلك كل من مياه الصرف الزراعية والمياه الجوفية ومياه الأمطار في نقل هذه المخصبات التي تبقت في التربة الي المجاري المائية المجاورة للارض الزراعية مثل الانهار والبحيرات.

من المعروف أن الأسمدة المستخدمة في الزراعة تنقسم إلى نوعين:

- الأسمدة العضوية:

وهي تلك الناتجة من مخلفات الحيوانات والطيور والأنسان، ومما هو معروف علمياً أن هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

- الأسمدة غير العضوية:

وهي التي يصنعها الأنسان من مركبات كيميائية فإنها تؤدي إلى تلوث الترب بالرغم من أن الغرض منها هو زيادة إنتاج الأراضي الزراعية،ولقد وجد المهتمون بالزراعة في بريطانيا أن زيادة محصول الفدان الواحد في السنوات الأخيرة لا تزي على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تغطيا التربة بطبقة لامسامية أثناء سقوط الأمطار الغزيرة، بينما تقل احتمالات تكون هذ الطبقة في حالة الأسمدة العضوية.

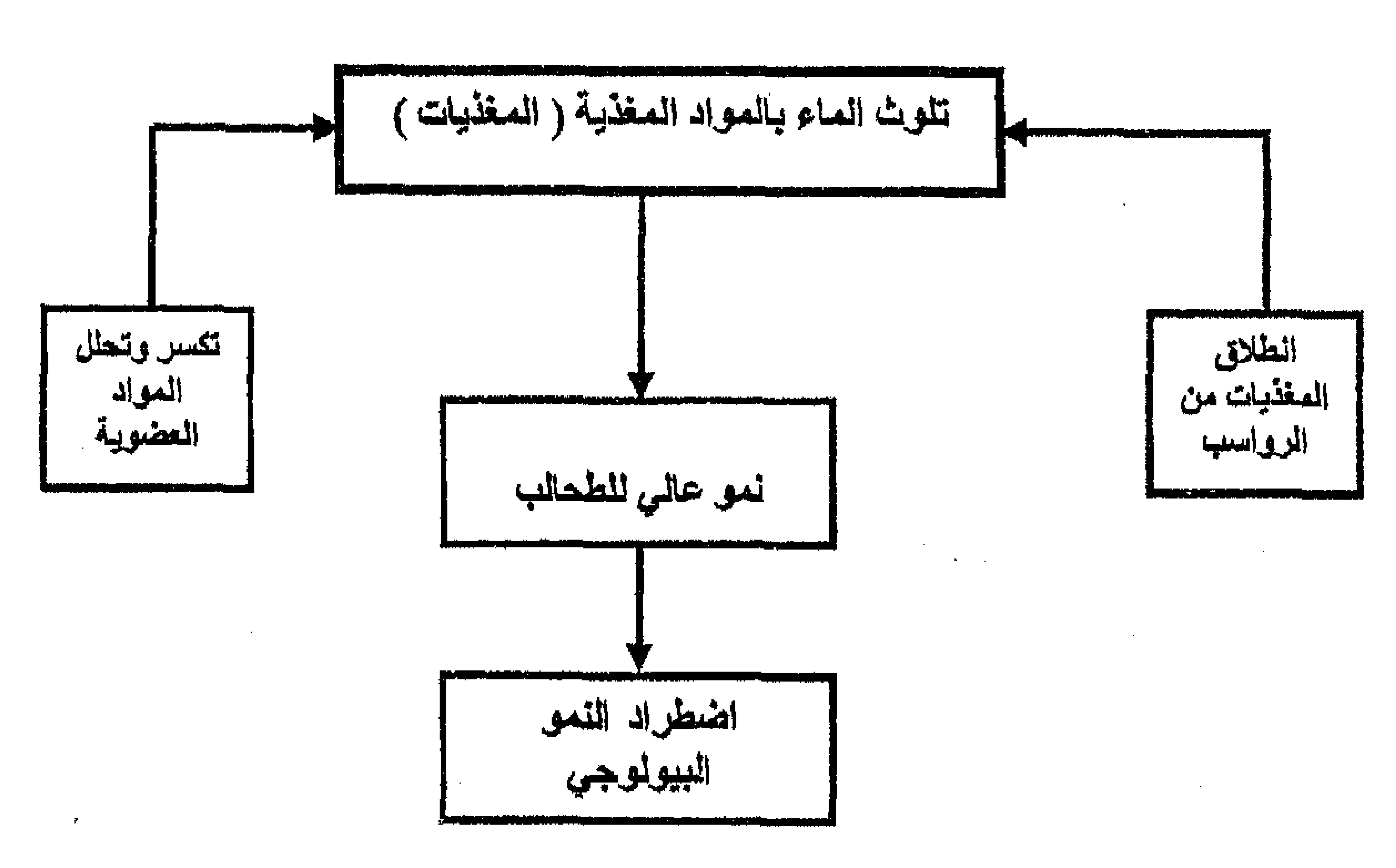
التلوث بالاسمدة الفوسفاتية:

حيث ان مركبات الفوسفات من المركبات الثابتة من الناحية الكيميائية ولذلك فان اثارها تبقي في التربة زمنا طويلا,وتعد مركبات الفوسفات من اهم المركبات التي تلوث مياه المجاري المائية وتؤدي زيادة نسبتها الي الاضرار بحياه كثير من الكائنات الحية التي تعيش في تلك المجاري المائية ومن الاضرار التي تسببها المخصبات الزراعية الفوسفاتية الزائدة عن حاجة النبات ما يلي:

1- عندما تنساب كميات كبيرة من المركبات الفوسفاتية إلى أنظمة المياه حيث تعمل على تحفيز النمو الزائد للطحالب., اي زيادة في نمو الطحالب وتكاثرها، إلى حد لا تستطيع الحيوانات الصغيرة وغيرها في البحيرة استهلاك هذه الكميات من الطحالب، ما يجعل قدر كبير من هذه الطحالب يموت ويرسب في قاع البحيرة، ليتم تحلله هناك.

ويتطلب تحلل بقايا الطحالب المترسبة في قاع البحيرة نسبة عالية من الأكسجين المذاب في الماء. ويتم هذه الطلب الزائد على الأكسجين المذاب في الماء على حساب احتياجات الحيوانات المائية في البحيرة، ما يجبر هذه الحيوانات للهجرة من البحيرة التي تدنت فيها نسبة الأكسجين المذاب.

وكلما اختفت أوهاجرت الحيوانات من البحيرة، ازداد نمو وتكاثر الطحالب، بسبب عدم وجود من يستهلكها. وبهذه الطريقة يتسارع تكاثر الطحالب في البحيرة وبالتالي تزيد هجرة الحيوانات منها، ما يسبب انقطاعاً في السلسلة الغذائية لنظام البحيرة. ويعرف هذا الخلل في النظام البحيري علمياً، باسم اضطراد النمو البيولوجي Eutrophication.



تأثير تلوث الماء بالمغذيات علي النظام البيئي

(2) مركبات النترات:

لقد وصل تركيز مركبات النترات في بعض المسطحات المائية، في المناطق الزراعية، التي تستعمل فيها المخصبات بكثافة، إلى مستويات تنذر بالخطر، إذ فقدت بعض هذه المسطحات المائية صلاحيتها كمصدر لماء الشرب، والبعض الآخر مهدد بظاهرة اضطراد النمو البيولوجي. وتكمن الخطورة الحقيقة لمركبات النترات، في أن جزء منها يتحول من طريق الاختزال إلى أيون النيتريت، الذي يسبب أضراراً بصحة الأنسان. فقد أكدت الدراسات أن أيون النتريت يؤثر مباشرة في الدم، فيغير من طبيعته إلى حد ما، ويمنعه من القيام بوظيفته الرئيسية الخاصة بنقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم. فيعتقد أن أيون النيتريت يعطل عمل بعض الأنزيمات التي تختزل الحديد، في هيموجلوبين الدم، من حالته ثلاثيا التكافؤ $Fe3+$ إلى حالته ثنائية التكافؤ $Fe2+$ وعندها يفقد الهيموجلوبين قدرته على نقل الأكسجين، ما يحدث التسمم. ويرى بعض العلماء أن تلوث مياه الشرب بالنترات يؤدي إلى بعض الأعراض المرضية الأخرى، مثل ارتفاع ضغط الدم وظهور بعض الأنواع من الحساسية. كما أن هناك اعتقاد بين العلماء، أن أيون النتريت، يتحد مع بعض المواد الموجودة في أجسام الكائنات الحية، ويعطي مركبات النتروزامين Nitrosamines، التي تسبب حدوث أورام في المريء والمعدة، والبنكرياس، وبصفة خاصة في الكبد والرئتين، كما يعتقد أن هذه المركبات ضمن الأسباب المؤدية إلى بعض الأورام الخبيثة.

التلوث بالاسمدة الازوتية (النتروجنية):

تعد اليوريا من اهم الاسمدة النتروجينية المهمة لاحتوائها على نسب عالية من النيتروجين وعند ذوبانها تتحلل ببطء الى امونيوم وثاني أكسيد الكربون ولهذا يمكن استعمالها اما باضافتها الى التربة او برش محلولها على النبات وتكون اليوريا على شكل بلورات بيضاء اللون تعبأ اليوريا في عبوات سليمة مصنوعة من مادة عازلة

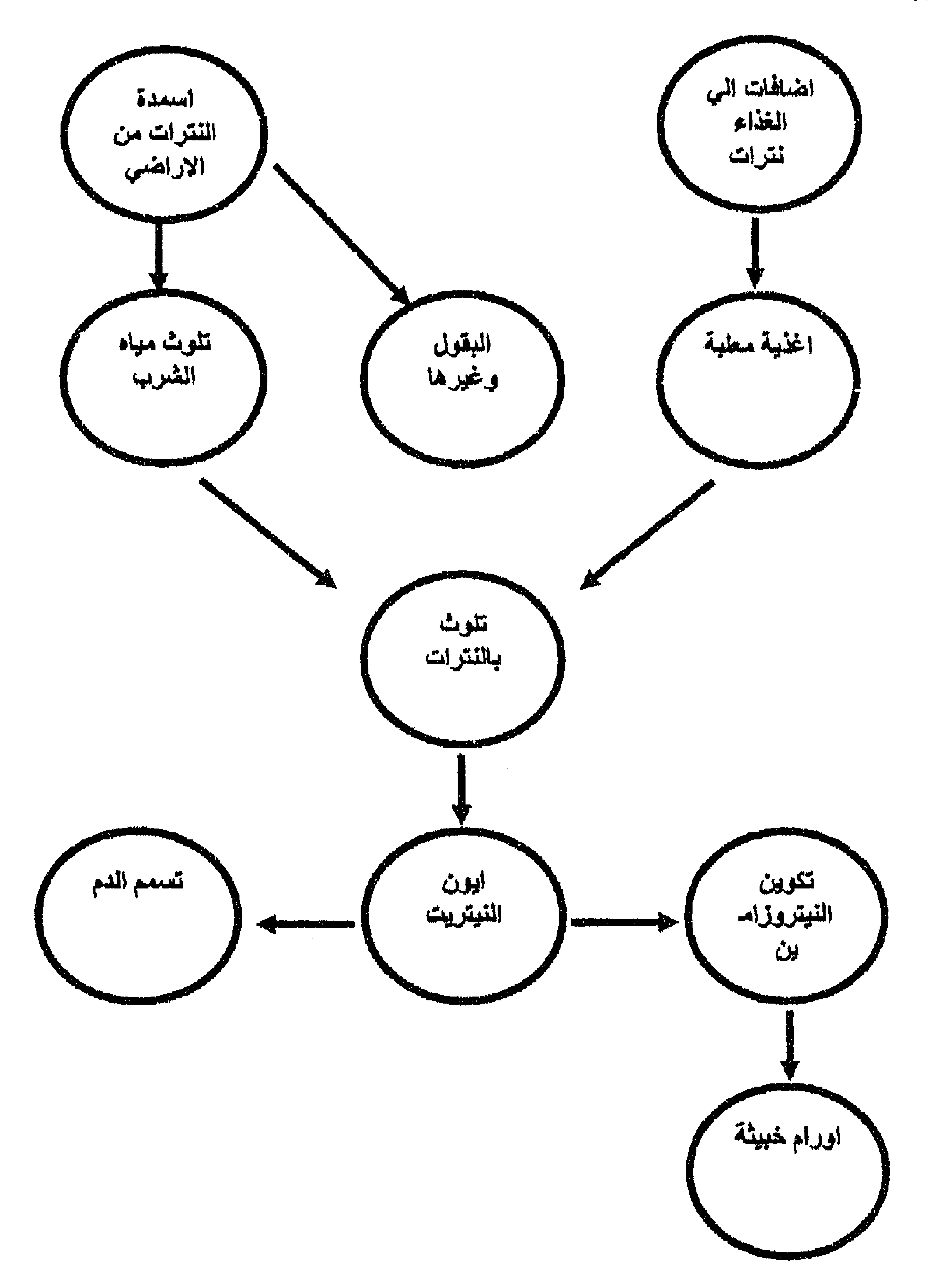
للرطوبة حيث تتحول بوجود الرطوبة الى كتل صلدة وتخزن في مخازن جافة غير معرضة للرطوبة واشعة الشمس والتلوث.

قد ثبت عند العلماء أن هذه الأسمدة تسبب عجز النبات عن امتصاص بعض العناصر الغذائية الأخرى الموجودة في التربة، وايضا عندما تنساب كميات كبيرة من الاسمدة النتروجينية إلى أنظمة المياه تعمل على تحفيز النمو الزائد للطحالب. وكلما ازداد نمو الطحالب، ازداد فناؤها بالمقابل. وتستهلك البكتيريا الموجودة في الماء كميات كبيرة من الأكسجين لتهضم بذلك الفائض من الطحالب الميتة. ويؤدي ذلك إلى نقص مستوى الأكسجين في الماء مما يتسبب في موت الكثير من النباتات المائية وكذلك الحيوانات.

التأثيرات الضارة للأسمدة:

- يعتقد إن أيون النيتريت يتحد مع بعض مركبات أجسام الكائنات الحية (الأمينات الثانوية) أو يتفاعل مع بعض المركبات الأخرى الناتجة من تحلل أنواع المبيدات (سواء بالتربة أو بالماء) وتنتج مركبات النيتروزامين، وهي مواد قد تكون ضمن الأسباب المؤدية إلى الإصابة بمرض السرطان وأنواعه المختلفة في الأعضاء. وقد تتكون مركبات النيتروزأمين في بعض أنواع الأغذية المحفوظة والمعلبة التي تضاف إليها مركبات النيترات والنيتريت، كما توجد في بعض أنواع الجبن، وفي بعض أنواع المشروبات. والخطر يأتي عندما يتحول النيتريت في المعدة إلى حمض النيتروز الذي يحمل مع الدم إلى الخلايا ليدمر القواعد النيتروجينية المكونة للحمض النووي DNA، مما يحدث تغييرات جينية وطفرات مرضية، وهو مايؤدي إلى الإصابة بالسرطان.
- نظرا لأن الكائنات الدقيقة، ومنها الفطريات مسئولة عن خصوبة التربة، فإن الأسمدة تؤثر فيها ؛ وعليه يحدث خلل فيسيولوجي للفطريات، مما يسهم في إفرازها لسموم الأفلاتوكسين المسبب للسرطان وتليف الكبد. وعلى العكس من

ذلك يحدث تثبيط بإنتاج الهرمونـــات النباتيـــة (الجبـــريللين) بواســـطة بعـــض الفطريات.



معالجة التلوث بالأسمدة والحد من مشكلاتها:

رغم صعوبة إزالة أيون النيترات من الماء؛ لكن هناك بعض طرق المعالجة، مثل:

- تقطير الماء أو إمرار الماء الملوث بالنيترات على بعض الراتنجات الأيونية التي تستطيع إمتصاص أيون النيترات.

- إستخدام بعض أنواع الجراثيم لتحويل النيترات إلى نيتروجين، ثم تستخدم مرشح خاصة تحتوي على الكربون النشط ورمل ناعم،ثم يمرر الهواء بعد ذلك في الماء المرشح لتهويته وتطهيره بواسطة الأكسجين الجوي،وقد يضاف إليه قليل من الكلور.

وتعد المياه غير صالحة للشرب عند زيادة نسبة النترات عن 100 ملليجرام/لتر. وقد أصبح من المتفق عليه دوليا ألا تزيد نسبة النترات في اللحوم المحفوظة عن 150 ملليجرام/كجم من اللحم.

ثانيا تلوث الماء بالمعادن الثقيلة والكيماويات السامة:

تعتبر المعادن الثقيلة، مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والكادميوم والسيلنيوم من اخطر المواد التي تلوث التربة والماء، ومن أهم مصادر هذا التلوث مخلفات ونفايات المصانع وصهر المعادن واحتراق الفحم وعوادم السيارات. ومبيدات الآفات التي تحتوي على عنصر الزرنيخ.

وقد تحدثنا بصورة سريعة عن العناصر الثقيلة كأحد الملوثات النفطية وسوف نتحدث عن العناصر الثقيلة بشيء من التفصيل سواء من ناحية تأثيرها علي الانسان والكائنات المائية والبيئة المائية عموما.

المتغيرات الفسيولوجية والتلوث بالعناصر الثقيلة:

بعض العناصر تكون مهمة لمعظم الاحياء وخاصة الانسان وقد تكون هذه العناصر متواجدة وبشكل طبيعي داخل جسم الانسان ولكن التعرض الى فقدان هذه العناصر او زيادة في تراكيزها قد يسبب امراضا. فمثلا ان عنصر النحاس في انزيم لاكتيك Lactase ويعمل هذا الانزيم على تحويل سكر اللاكتوز الى سكريات احادية مثل سكر الجلوكوز. وعنصر النحاس (Cu) ومركباته مثل كبريتات النحاس وغيرها تعد من المواد السامة اذا اخذت بكميات كبيرة. ويؤثر التسمم بالنحاس على الجهاز العصبي فيسبب ارتجاف اليدين وارتخاء العضلات وآلام معوية

وتشنجات غير طبيعية في الجهاز الهضمي والاسهال من الدم والغثيان والقيء، كما يعد من المسببات او من العوامل المساعدة لمرض السرطان وخاصة سرطان الرئة.

وسوف نستعرض كلا من الزئبق والكادميوم والرصاص والزرنيخ والكروم والباريوم والنحاس والالمونيوم والفلوريد.

1) الزئبق:

الزئبق هو أحد المعادن الثقيلة، ويكون على هيئة سائلة تحت درجة الحرارة العادية، لذلك يعد من العناصر الكيماوية الخاملة نوعاً في هذه الحالة السائلة. إلا أن الزئبق العنصري يتأكسد إلى زئبق ثنائي الشحنة تحت الظروف الطبيعية. وهذا الزئبق المؤكسد يمكن أن يشبع أو يمزج بالميثان من طريق البكتيريا الهوائية واللاهوائية، أو في كبد وأحشاء الكائنات الحية.

مركبات الزئبق[*]

يقسم الكيميائيون مركّبات الزئبق إلى مجموعتين:

1- مركبات الزئبقوز، أو الزئبقI

2- مركبات لزئبقيك، أو الزئبق II.

تشمل مركبات الزئبقوز كلــوريد الزئبقــوز (Hg_2Cl_2)، ويُســمّى أيضــا الكالوميل، وكبريتات الزئبقوز (Hg_2SO_4). ويستخدم الكالوميــل مُطهّــرًا لقتــل البكتيريا، كما يستخدم الكيميائيون كبريتات الزئبقوز لزيادة سرعة الكشــف علــى بعض المركّبات العضوية.

وتشمل مركّبات الزئبقيك كلوريد الزئبقيك ($HgCl_2$)، وهو مركّــب شــديد السمية، وقد استخدمه الجرّاحون في السابق لتطهير الجــروح. ويســمّى كلوريــد الزئبقيك أيضًا ثاني كلوريد الزئبق أو الآكل المتسامي. ويستخدم مركب فولمينــات

---

[*] الموسوعة العربية العالمية.

الزئبقيك ($Hg[OCN]_2$) في صناعة جميع أنواع الذخائر، وذلك لتفجير المادة المتفجرة. كما يستخدم مركب كبريتيد الزئبقيك (HgS)، في صناعة البويات، وذلك لتكوين الصّبغات الحمراء التي تسمى الفيرمليون. وتحتوي بطاريات الزئبق على أكسيد الزئبقيك (HgO). ولعديد من المركّبات العضوية، والتي تحتوي على الزئبقيك، استخدامات مهمة في الطب. فهنالك أُدوية تسمى المبيلات يستخدمها الأطباء لعلاج أمراض الكلى، وهي مركبات عضوية تحتوي على الزئبقيك. كما أن المطهر المعروف باسم المركروكروم أحد مركبات الزئبقيك.

ومن أكثر مركّبات الزئبق سُمِّيّةً المركّبات التي تحتوي على الزئبق الميثيلي، وهي تؤدِّي إلى إتلاف خلايا الدماغ. ففي منتصف عام 1950م، تسمّم أكثر من 600 شخص من اليابانيين نتيجة أكلهم أسماكًا ملوّثة بكميات كبيرة من الزئبق الميثيلي. وقد جاء الزّئبق من مخلّفات الصّناعة التي طُمِّرت في الخليج الذي تمّ منه اصطياد تلك الأسماك. وفي بداية عام 1970م، بيعت أسماك التونا وأسماك السيف في الولايات المتحدة، والتي أثبتت التحاليل أنها تحتوي على كميات خطرة من الزّئبق ممّا أدّى بالحكومة إلى مصادرة الأسماك من الأسواق وإنذار السكان.

تعمل الحكومات والمصانع على إبعاد الزئبق خارج البيئة، فبعض الدول تمنع طمر المخلّفات الصّناعية التي تحتوي على الزئبق، وقد يصل كثير من الزئبق إلى البيئة بطرق أخرى مختلفة.

ومركبات الزئبق استخدمت في السابق لمنع نمو الفطريات في الغابات، وفي البويات، والورق، وحماية البذور، ولقتل الفطر المسبّب للأمراض في النبات. كما استخدم صانعو السفن البويات المحتوية على الزئبق لمنع نموّ الحيوانات البحرية والنبات البحري على بدن السفينة.

ويعتمد تأثير الزئبق على الكائنات الحية على عدة عوامل، أهمها: حالة الزئبق (عنصري، مؤكسد، مشبع بالميثان)، ونوع الكائن الحي وحجمه وعمره

ومدة تعرضه للملوث، ونوعية المياه خاصة مقدار عسر الماء Hardness. لذلك، نجد أن الأنواع المختلفة من الكائنات الحية تتباين درجة تحملها لسمية الزئبق الحادة في المياه العذبة عنها في المياه المالحة.

ويعد عنصر الزئبق واحدا من أكثر العناصر الكيميائية سمية وقابلية للتراكم في أجسام الكائنات الحية. وقد زاد الإنتاج العالمي من الزئبق على عشرة آلاف طن سنويا. وقد وصل تركيز الزئبق في كثير من المياه إلى أكثر من الحد الأعلى المسموح به، وهو 0.5 جزء في المليون. ويقدر ما تلقيه الصناعات المختلفة في الولايات المتحدة الأمريكية من الزئبق في المياه سنويا بأكثر من 500 طن، أما ما تلقيه الصناعات المختلفة من الزئبق في فرنسا وحدها في المياه سنويا فيقدر بأكثر من 50 طن.

ومن الأمثلة على الحوادث المأساوية لتلوث المياه بالزئبق ما حدث في ميناء مينا ماتا اليابانية عام 1956، إذ انتشر وباء غامض أصاب الحيوانات الداجنة وعائلات الصيادين أدى إلى خلل في النطق، وسوء في الرؤية، وشلل عضلات اليدين والأرجل، ومات منه حسب الإحصائيات الرسمية أكثر من 230 شخصا ولحق ضرر كبير بأكثر من 1300 آخرين. كما قد لوحظ خلل وراثي عند أطفالهم. وقد تبين بعد عشر سنوات من الدراسة أن هذا المرض، الذي سمي باسم الميناء الذي حدث فيه (مينا ماتا)، راجع إلى طرح أحد مصانع المواد البلاستيكية فضلات سائلة في البحر تحتوي على عنصر الزئبق بتركيز ضئيل جدا لا يتجاوز 0.1 جزء في المليون. ولكن نتيجة لقابلية الزئبق للتراكم في أجسام الكائنات الحية خلال السلسلة الغذائية، وصل تركيز الزئبق في أنسجة بعض الأسماك، التي تعيش في خليج مينا ماتا، إلى حوالي 50 جزء في المليون، أي أن معامل تراكم الزئبق وصل في هذه الحالة إلى 500 مرة في أنسجة الأسماك التي تشكل الغذاء الرئيس للصيادين وعائلاتهم، مما أدى إلى تسممهم بالزئبق.

ويأتي التلوث بالزئبق من المصادر التالية:

- المخلفات الصناعية
- محطات تقطير الماء
- المخلفات والنفايات
- مياه الصرف الزراعية
- مصانع إنشاء السفن ومخلفاتها
- المياه المستخدمة في استخراج المعادن
- مخلفات مياه المجاري

وتعد الزيوت والمبيدات المستخدمة لمكافحة الفطريات Fungicides وأنواع أخرى من الفطريات الغروية Slimicides من أخطر المصادر الملوثة للبيئة البحرية بعنصر الزئبق.

ويبين الجدول التالي درجة تحمل بعض الكائنات الحية في المياه العذبة لسمية الزئبق الحادة (مرتبة حسب درجة تحملها)

جدول 5-5

الترتيب	الكائن	السمية الحادة (ميكروجرام /لتر)
16	الذبابة الصخرية	2000
15	ذبابة مايو	2000
14	ذبابة كادل	2000
13	ذبابة دامسل	1200
12	ديدان	1000
11	الديدان الانبوبية	406
10	القواقع	370

الترتيب	الكائن	السمية الحادة (ميكروجرام /لتر)
9	السلمون المرقط	275
8	سلمون كوهو	240
7	سمك البعوض	180
6	ازرق الخياشيم	160
5	المينوسمين الرأس	158
4	جراد البحر	50
3	الذبابة الصغيرة	20
2	مزدوج الارجل	10
1	الكالدوسيران	2.6

واوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز 0.001 مجم/ لتر للزئبق كحد اقصي في مياه الشرب.

الزئبق والمخلفات الطبية [*]

ان التخلص من بقايا الزئبق عن طريق رميها بأكياس القمامة والتي ينتهي بها المطاف بالحرق في المكبات العامة ينتج عنها أبخرة سامة تنطلق للهواء، أو قد تصل بعض تلك الملوثات للمياه الجوفية في حالة اللجوء لعملية ردم القمامة.

تصل الأبخرة السامة الناتجة من حرق القمامة في نهاية الأمر للأرض ولمصادر المياه من أنهار وبحيرات وبفعل الميكروبات يتحول الزئبق إلى أحد مشتقاته العالية السمية (Methyl mercury) فيتراكم هذا المركب بالأحياء البحرية كالأسماك ولا يمكن لعملية الطبخ أن تزيل هذا المركب مقارنة ببعض الملوثات

---

[*] د/الطاهر إبراهيم الثابت النادي الليبي للمخلفات الطبية.

الأخرى، وهذه الخطورة تصيب أكثر الأشخاص الذين يستهلكون في كميات كبيرة جدا من الأسماك تلك البحيرات الملوثة.

أشارت وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى أن الزئبق الناتج عن تحطم مقاييس الحرارة يعتبر من المصادر الرئيسية لتلوث النفايات الصلبة بالولايات الأمريكية (حوالي 17 طن/السنة)، ويمكن التقليل من هذه الملوثات باستخدام مقاييس حرارة الإلكترونية بدل عن الزئبقية وقد أثبتت تلك المقاييس فاعليتها، التحفظ الوحيد عن هذه المقاييس استعمالها لبطاريات تحتوي على زئبق ولكن الكمية الموجودة قليلة جدا (3.5 – 11 مليجرام) بالمقارنة مع الترمومتر العادي.

2) الكادميوم:

يدخل عنصر الكادميوم في عده صناعات، مثل صناعات البلاستيك والبطاريات، كما يختلط بالمعادن الخام، مثل الزنك والنحاس والرصاص، ولذلك فان الكادميوم يتواجد في التربة والماء القريبة من المصانع التي يصهر فيها المعادن التربة الزراعية بالكادميوم. ويعتبر الكادميوم من المعادن التي تلوث التربة والماء والمحاصيل الزراعية التي تستهلك على واسع مثل الأرز والقمح. ولقد دلت الدراسات على إن تلوث التربة والماء بالكادميوم يؤدي إلى اصابه الأنسان بامراض الكليه والرئه والقلب والعظام.

وتحتوي مياه الشرب عادة علي تركيز منخفض جدا من الكادميوم وان كانت مياه الابار تحتوي علي تركيزات مرتفعة من الكادميوم. ويزداد تركيز الكادميوم في الماء اليسر وذات الرقم الهيدروجيني المنخفض.

فالكادميوم من المعادن غير الأساسية للحياة، أي إنه غير ضروري أبدًا لجميع وظائف الحياة في الجسم، وتؤكد جميع الدراسات والأبحاث أنه شديد السمية ويضر بجميع الكائنات الحية، وليس له أي دور حيوي، وخطورة هذا المعدن تتمثل في أن الكميات الضئيلة للغاية التي تدخل في الجسم في حدود عشرات

الميكروجرامات ربما تتراكم في الكليتين والكبد، فهذه الأعضاء تعتبر كمخازن للكادميوم.

أخطار الكادميوم:

إفساد وظائف الكلى: فإذا تراكم الكادميوم في الكليتين ووصل تركيزه إلى الحدود الحرجة فإن ذلك سيضر بهما ويفسد وظائفهما وربما تصل مرحلة الضرر إلى الفشل الكلوي وغالباً ما تحدث أمراض الكلى المزمنة عندما يصل تركيز الكادميوم في الكلى من200 إلى300 ملجم/كجم.

ويتخلص الجسم من الكادميوم عادة ببطء عن طريق البول أساساً، وهذا التخلص يرتبط بنوعية الغذاء.

ارتفاع ضغط الدم: هناك أدلة تدل على حدوث نمط ضغط الدم بعد تعرض فموي منخفض المستوى طويل الأجل، ويشير أحد أهم المراجع العلمية في علم التسمم إلى أن الدراسات في علم الأوبئة تدل على أن الكادميوم يُعتبر عاملاً مسبباً لمرض ضط الدم الحقيقي (Essential Hypertension).

تضخم القلب: يؤثر تراكم الكادميوم في الجسم على القلب ويسبب تضخمه.

الهيكل العظمي: تؤثر سمية الكادميوم على عملية تأيض الكالسيوم أي استقلابا (Metabolism).

مرض إتي إتي: قد يتسبب شرب الماء الملوث بتركيز عال من الكادميوم في الإصابة بمرض يُطلق عليه مرض إتي إتي (disease iti iti) وقد أدى شرب الماء الملوث بالكادميوم إلى إصابة بعض اليابانيين بهذا المرض، ويتميز هذا المرض بأعراضه الروماتيزمية المصحوبة بآلام مبرحة في العظام، نتيجة افتقارها إلى المعادن، فتصبح العظام لينة كالأنسجة نفسها.

فقر الدم: تؤدي زيادة كمية الكادميوم المتراكمة في الجسم إلى حالة فقر الدم.

الجهاز المعدي المعوي: إن شراباً – مثلاً – يحتوي على كمية بسيطة من الكادميوم في حدود 16 ملغم/ لتر يكفي لإصابة الأنسان بالغثيان، والتقيؤ والإسهال، والتهاب غشاء القولون المخاطي.

واوصت منظمة الصحة العالمية الا يزيد المدخول اليومي للكادميوم للشخص البالغ عن 50 مليجرام. وقدرت الجرعة المميتة بعدة مئات من المليجرامات. وفد اوصي الايزيد محتوي الكادميوم في مياه الشرب عن 0.05 مجم / لتر كحد اقصي.

والجدول التالي يبين درجة تحمل بعض الكائنات الحية في المياه العذبة لسمية الكادميوم الحادة (مرتبة حسب درجة تحملها)

جدول 5–6

الترتيب	الكائن	السمية الحادة (ميكروجرام /لتر)
16	الذبابة الصغيرة	96.880
15	الديدان المسطحة	14.067
14	جراد البحر	11.683
13	التيلابيا	10.663
12	سمك البعوض	6.499
11	الديدان الانبوبية	6.169
10	ابو شوكة	5.439
9	سمك القط	5.055
8	الشبوط	4.238
7	سمك الشمس الاخضر	4.228
6	السمك الفضي الاحمر	3.837

الترتيب	الكائن	السمية الحادة (ميكروجرام /لتر)
5	المصاص الابيض	3.136
4	سمك العلم	2.847
3	الجوبي	2.462
2	ذبابة مايو	2.278
1	مزدوج الارجل	1.700

3) الرصاص:

من أهم مصادر تلوث التربة والماء بالرصاص المصانع التي تنتج البطاريات, كما يحدث هذا التلوث على اثر خروج عوادم السيارات في الطرق السريعة حيث تلوث التربه ومصادر المياه المجاوره لهذه الطرق.ويؤدي تلوث المحاصيل الزراعية ومياه الشرب بالرصاص 0الى اصابة الأنسان بامراض في الجهاز العصبي والهضمي والكليه والدم. ومرض الأنيميا.

ومحتوي المياه الطبيعية في المسطحات المائية العذبة من الرصاص من 1 الي 5 جزء في المليون , وعمليات المعالجة بالمروبات تزيل نسبة كبيرة من املاح الرصاص مما يقلل نسبته في المياه الناتجة المعالجة ولكن يمكن ان تصل الملوثات من املاح الرصاص من خلال شبكة التوزيع مما يزيد من تركيز الرصاص في مياه الشرب الي 0.2 الي 1.0 مجم /لتر.

إرتفعت نسبة الرصاص عن 0.1 مجم / لتر في مياه الشرب فإنه يؤدي الى التسمم بالرصاص،التي تظهر أعراضه ببطء.حيث يبدأ الأنسان بالشعور بآلام شديدة في الجهاز الهضمي،وقد يرافقه قيء وإضطرابات عصبية،وقد يؤدي الى حدوث شلل بالأطراف، وتشنجات عصبية شاملة.ويمكن أن يصاب الأنسان بالصرع وتصيبه غيبوبه لأن الرصاص يؤثر على الجهاز العصبي المركزي.ومن أعراضه أيضاً ظهور خط أزرق مائل للسواد داخل أنسجة اللثة، ويقل عدد كريات الدم

الحمراء و قلة في نسبة الهيموجلوبين وحدوث أنيميا. وعموما يتعرض الأطفال لتسمم الرصاص أكثر من الكبار.من مصادر التسمم أنابيب التوصيل المنزلية،

ومن طلاء بعض الأواني الفخارية(السيراميك)،ويدخل في صناعة الوقود.تم مقارنة إستعمال الرصاص في عام 1990 فتبيّن أن الإنتاج زاد ب-6 أضعاف خلال 30 عام. واوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز 0.05 مجم / لتر للرصاص كحد اقصي في مياه الشرب.

4) الزرنيخ:

عرفت مركبات الزرنيخ منذ العصور القديمة و قد تم فصله بهيئته المعدنية منذ أكثر من سبعمائة عام مضت. ويعتبر عنصر الزرنيخ غير العضوي سام بشكل حاد وسريع. وقد استخدم القتلة تلك الخاصية في قتل الضحية قتلا بطئيا بأسباب تبدو طبيعية. وذلك لأن الجرعات الكبيرة – التي تفوق بكثير الموجودة في بالماء – تسبب التدهور السريع والوفاة. أما التعرض البطيء، كما يحدث في تلوث المياه بكميات ضيئلة يسبب آثاراً متعددة، بعيدة المدى. و تحتاج أثار التسمم بالزرنيخ إلى عدد من الأعوام (و بالتحديد من5-20 عاما) كي تظهر.

تتلوث التربة ومصادر الماء بالزرنيخ في الأماكن القريبة من مصانع صهر المعادن مثل النحاس والرصاص والزنك، ويعتبر احتراق الفحم واستعمال مبيدات الأفات التي تحتوي على عنصر الزرنيخ من اهم مصادر تلوث التربه والماء بالزرنيخ.

ويؤثر الشكل الكيميائي للزرنيخ علي امتصاصه , فنري ان عنصر الزرنيخ يمتص بمعدل منخفض جدا بينما مركبات الزرنيخ اللاعضوية ثلاثية وخماسية التكافؤ تمتص بسهولة. وعند التعرض للزرنيخ فانه يدخل الدم ثم الي الكبد والكلي والطحال والعضلات كما توجد كميات صغيرة منه في الرأس والاظافر والشعر.

وتتوقف كمية الزرنيخ علي الشكل الكيميائي والفيزيائي للمركب وطريقة دخوله الي الجسم والجرعة ومدة التعرض والعمر والجنس للفرد المتعرض.

التعرض المهني لعنصر الزرنيخ فهو أساسا عن طريق الاستنشاق، وقد أبلغ عن زيادة مخاطر الإصابة بسرطان الرئة في حالات التعرض التراكمي لمستوي 75,. مجم أو أكثر من الزرنيخ لكل متر مكعب. وقد يمتد هذا الى نحو خمسة عشر عاما من التعرض في غرفة العمل إلى تركيز خمسين ميكرون لكل متر مكعب. كما وجد أن التبغ يتفاعل مع عنصر الزرنيخ في زيادة مخاطر التعرض لسرطان الرئة. والعلاقة بين عنصر الزرنيخ وتأثيره على حدوث بعض الأمراض مثل السكري وأمراض الدماغ الوعائية، ليست واضحة تماما، وذلك نظرا للتعرضات المتعددة لهذا العنصر وكذلك تفاعله مع التعرضات السامة الأخري.

الزرنيخ الغير عضوي اكثر سمية من الزرنيخ العضوي ويشمل التسمم الحاد بالزرنيخ اصابة الجهاز العصبي المركزي كما يمكن ان يصاب الجهاز الهضمي العصبي والتنفسي والجلد باصابات شديدة وتسبب الى الم ووهن العضلات واصابات جلديه والاعصاب.

واوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز 0.05 مجم / لتر للزرنيخ كحد اقصي في مياه الشرب.

الزرنيخ مشكلة مائية عالمية؟ ⌘

المشكلة الأولي هي التعرف علي وجوده، و يعني هذا اختبار مصادر المياه. وبغض النظر عن تكلفة الاختبار، يجب أن يتحمل أحد مسئولية التأكد من إجراء هذا الاختبار، وهذا قد يصبح مشكلة في المصادر الصغيرة علي سبيل المثال البئر في القرية. وكذلك فإن تكلفة التعليم والتدريب والمتابعة باهظة، وهذه إحدى

⌘ يوم المياه العالمي wwd/NaturalHazards 2001

المشاكل الكبرى في مكافحة التلوث الناتج عن الزرنيخ وتأثيراته. ويمكن خفض التكلفة بحصر اختبار للمياه المستخدمة في الشرب فقط، حيث أنه يمكن استخدام المياه الملوثة بعنصر الزرنيخ في الاستحمام وغسل الملابس بصورة آمنة. كما أن مراقبة الجودة أيضا هام للتأكد من صحة التحليل.

في حين أن معالجة المياه باستخدام الكيماويات أو بترشيحها ذو فاعلية، إلا إنه يمكن أن تحدث مشاكل من استخدام الكيماويات في إزالة عنصر الزرنيخ. علي سبيل المثال، يحتاج الشب (كبريتات الألمنيوم) إلى التماس بالمياه لفترة طويلة لإزالة كم كاف من الزرنيخ وقد يصعب تنفيذ هذا في المصادر بدون أعمال معالجة المياه. وبينما تساعد عملية ترسيب المياه في المياه الغنية بعنصر الحديد، ولكن تترسب فقط نسبة صغيرة من الزرنيخ مع الحديد وهي ليست بكافية للمستويات العالية التلوث. وتختلف الكمية التي تزال بهذه الطريقة تبعا لعوامل عديدة منها تركيز الزرنيخ والحديد والوقت اللازم لإجراء عملية الترسيب.

وتعتبر استخدامات الزرنيخ في الصناعة والزراعة محدودة في الوقت الحالي. فقد كان في الماضي يستخدم كمبيد للهوام خاصة في البساتين، كما استخدم كأحد مكونات المواد الحافظة للخشب، ويمكن تسرب كم ضئيل من الزرنيخ من الخشب المعالج مثال أبراج الأسلاك الكهربائية. و قد كان هذا السبب، أحد الأسباب المقترحة في المراحل الأولي للتحقيق الذي أجري في بنجلادش لهذه المشكلة. وبرغم وجود الزرنيخ بكميات ضيئلة جدا في الهواء والغذاء و المياه الإ أن التعرض الأكبر يحدث عن طريق المستوى الطبيعي لهذا العنصر في المياه.

حلول بعيدة المدى للتخلص من الزرنيخ في المياه:

بينت طارئة الزرنيخ ببنغلادش مشكلة استخدام الآبار الضحلة في المناطق حيث كان مستوى الزرنيخ الطبيعي عالياً. وتشمل الحلول المحتملة البعيدة المدى للمشكلة في بنجلادش ما يلي:

* الآبار الأعمق – بعمق 200 متر أو أكثر – حيث تقل احتمالية التلوث. ولكن يجب توخي الحرص أثناء حفر تلك الآبار لمنع تسرب المياه إليها من المصادر الأكثر سطحية. قد يصبح ضمان استمرارية تلك المصادر أحد المشكلات في بنغلادش.

* جمع مياه الأمطار: وتناسب هذه الطريقة بالأخص المناطق ذات الأمطار الغزيرة مثل بنغلادش، ولكن يجب التأكد من سلامة الأنظمة المستخدمة في جمع مياه الأمطار من خطر التلوث أو زيادة مشاكل أخرى مثل تكاثر البعوض على سطح الأحواض.

* برامج التثقيف: نظرا لتعود الأفراد على نوع معين من مصادر المياه وصعوبة تغيير تلك العادات بين يوم وليلة، فيجب أن يتضمن أي من الحلول البعيدة المدى، برامج للتثقيف والتدريب واسعة النطاق عن التأثيرات الضارة للزرنيخ وكيفية تجنبها.

* أنظمة إزالة الزرنيخ: يمكن أن تناسب تلك الأنظمة الاستخدام الطويل المدى علي الرغم من احتياجها لنظام مركزي يعمل على التأكد من الصيانة الجيدة والتخلص الدوري من الكدارة التي يخلفها الزرنيخ. كما يمكن استخدام أنظمة المعالجة المنزلية كبديل للنظام المركزي أو كمكمل لتلك الأنظمة.

الاحتياجات التي يجب اتخاذها لمكافحة عنصر الزرنيخ في المياه:

إلى جانب الحلول المقترحة، أبرزت مشكلة الزرنيخ في بنغلادش أهمية اختبار ومتابعة المياه المعرضة للخطورة. و يشمل هذا مراقبة المياه ذات المصادر الأكثر عرضة وعمل مسح لاستكشاف ما إذا كان الزرنيخ يشكل مشكلة بالنسبة للمياه التي لم يشتبه في تلوثها من قبل. كما تعتبر المتابعة الإكلينيكية للمظاهر الأولية للتسمم بالزرنيخ ذات أهمية، وهذه هي إحدى الطرق التي حددت من خلالها مشكلة بنغلادش. و تشمل المتابعة السريرية (الإكلينيكية) الفحص الدوري بواسطة الأطباء و الممرضات و أنظمة الترصد للكشف عن العلامات المبكرة

للتسسم بالزرنيخ في السكان. و تتضمن العلامات المتكررة فرط تقران الراحة و الأخمص و كذلك اصطباغ الجلد (لطخات داكنة علي الجلد) و يمكن التدريب السريع للعاملين في مجال الصحة على كيفية التعرف علي تلك العلامات.

5) الكروم (Chromium):

يتعرض الشخص لمعدن الكروم من خلال التنفس، الطعام أو الشراب أو بالتلامس الجلدى لمعدن الكروم أو مركباته. معدلات الكروم فى المياه أو الهواء بوجه عام قليلة جداً، إلا ان مياه الآبار الملوثة بـه تحتوى على "الكروم 6". معظم ما يتناوله الفرد من هذا المعدن من خلال الأطعمة هو "الكروم 3" الثلاثي، والمتوافر بشكل طبيعى فى الخضراوات والفاكهة واللحوم والخميرة والحبوب. وطريقة تحضير الأطعمة والتخزين من الممكن أن تغير محتوى الكروم ونسبه، فإذا تم تخزين الكروم فى تنكات أو علب حديدية فإن تركيزاته قد ترتفع.

هذا النوع من الكروم هام لصحة الأنسان، وعدم حصول الأنسان على القدر الكافى منه يسبب اضطرابات للقلب، اضطرابات فى عملية الآيض (التمثيل الغذائى)، الإصابة بالسكر. والكميات الزائدة منه تسبب اضطرابات صحية أيضاً مثل الطفح الجلدى.

الكروم "6" ضار لصحة الأنسان ويمثل خطورة على الأشخاص التى تعمل فى مجال صناعة الصلب والمنسوجات.

أما الأشخاص التى تدخن التبغ تتعرض لنسب كبيرة من معدن الكروم، وعند استخدامه فى الجلود قد يكون هناك رد فعل من الحساسية عند بعض الأشخاص مثل الطفح الجلدى. كما أن تنفسه يسبب اهتياج للأنف ونزيف منها.

- أما المخاطر الأخرى المرتبطة بهذا المعدن:

- الطفح الجلدى.
- اضطرابات المعدة والقرح.

- اضطرابات فى التنفس.
- ضعف فى كفاءة الجهاز المناعى.
- ضمور فى الكلى والكبد.
- تغير فى المواد الجينية.
- سرطان الرئة.
- الموت.

وهذه المخاطر تعتمد على حالة التأكسد. والصورة المعدنية له تكون درجة سميتها ضئيلة، أما النوع السادس فهو سام.

وتأاثير هذا النوع على الجلد يتمثل فى صورة حدوث الأعراض التالية: القرح، التهاب طبقة الجلد الخارجية، حساسية الجلد والاضطرابات المختلفة. أما تنفسه من خلال الهواء فقد يسبب الآتى: ثقب فى الغشاء المخاطى للحاجز الأنفى، اهتياج الحلق والحنجرة، التهاب الشعب الهوائية مسبباً أزمة الصدر، تشنجات الشعب الهوائية، الأوديما. ومن الأعراض التنفسية الأخرى: السعال، الأزيز، قصر التنفس، هرش بالأنف.

واوصت منظمة الصحة العالمية بتركيز 0.05 مجم / لتر للكروم الكلي كحد اقصي في مياه الشرب.

6) النحاس الأحمر (Copper):

يعتبر النحاس من العناصر الضرورية لجسم الأنسان، فهو أساس في بعض العمليات الفيزيولوجية، وبناء بروتين (الكولاجين) الذي يدخل في تركيب العظام. لكـن الجسم يحتاج إلى مقادير ضئيلة من النحاس، ومصدرها الغذاء والماء، وكمية النحاس الموجودة في ماء الشرب، هي المسئولة عادة عن تغير مستوى النحاس في الدم !. و يُعتمد حالياً مقياس (وكالة الحماية البيئية الأمريكية (U.S. EPA)) لكمية النحاس المسموح بها في ماء الشرب، وهي: (إلا تقل عن 0.015

ملجم / لتر، و لا تزيد عن 1.1 ملجم / لتر). وتؤكد الدراسات الطبية الحديثة: وجودة صلة بين نقص النحاس و زيادته في الجسم، والإصابة بالأمراض الآتية:

أمراض نقص النحاس أمـــراض زيـــادة النحـــاس (التســـمم النحاســـي (Copper Toxicity)

1. نَخر العظام.
2. مشاكل الأسنان.
3. التحسس.
4. الســـرطان (خاصة سرطان الثدي)

أمراض زيادة النحاس (التسمم النحاسي (Copper Toxicity)

1. التسمم والتليف والفشل الكبدي.
2. الفشل الكلوي.
3. .اضطرابات القناة الهضمية (التقيؤ و الإسهال و التشنج المعدي والمعوي).
4. التخلف العقلي عند الأطفال.
5. الحساسية النحاسية.
6. مرض ويلسون (Wilson's disease-a).
7. بعض حالات السكري و السمنة.

كما لُوحظ: أن الأطفال أكثر عرضة للتسمم النحاسي – بسبب زيـــادة النحاس – لأسباب منها: شربهم للماء كثير بالنسبة لحجمهم. وللأيـــض النحاســـي غيـــر الناضج لديهم.

ذوبان النحاس في الماء:

التفسير الكيميائي: عندما يتعرض النحاس (Cu) للهواء الرطـــب، يكتســـي طبقة بنية من أكسيد النحاسيك (CuO) و كبريتيد النحاسيك CuS– (لوجود غاز كبريتيد الهيدروجين(H2S) بمقادير ضئيلة في الهواء) –. ثم تتحول تلك الطبقة

البنية إلى طبقة خضراء، هي خليط من كبريتـــات النحاسيك القاعدية و كربونات النحـــاسيك القاعدية، كما هو موضح في المعادلات الكيميائية الآتية : (قد تكـــون الغازات المتفاعلة موجودة في الهواء أو مذابة في الماء):

1. تكوّن كبريتات النحاسيك القاعدية :

Cu + 2H2O + SO2+ 2O2 CuSO4. 2Cu(OH)23

2. تكوّن كربونات النحاسيك القاعدية:

Cu + 6H2O + 2CO2+ 4O2 2 [CuCO3. 3Cu(OH)28

و يأخذ أيون النحاسيك (II) في المحاليل المائية الصورة الآتية:

[2] Cu(H2O)6+ ذو اللون الأزرق.

كما يوجد النحاس في بعض انواع التربة ويوجد ايضا في المياه الســطحية ويتوقف محتوي النحاس علي قرب التربة من مصـــادر التلـوث بالنحـــاس مثـل المصانع والاسمدة غير العضوية.

وتختلف مستويات النحاس في مياه الشرب من 0.01 الي 0.5 مجم / لتر وان كان النحاس يزال في عمليات المعالجة بالمرويات الا ان تركيز النحاس في صنبور المستهلك يمكن ان يكون اعلي مما هو في المياه الخام قبل المعالجة وذلك بسبب تاكل النحاس الذي قد يوجد في شبكات توزيع المياه والسباكة المنزلية. ومركبات النحاس المذاب في المياه تضفي لونا وطعما غير مستسغاين لمياه الشرب. والتأثيرات الصحية للنحاس تتمثل في دوره في تكوين كرات الدم الحمراء ونمو الانسجة والعظام والجهاز العصبي المركزي. وللنحاس في المياه طعماومذاق غير مستساغ وقابض ويمكن ملاحظة الطعم في الماء المقطر عند تركيز 2.6 مجم /لتر. وعلي الرغم من وجود النحاس في امدادات المياه لا يشكل خطرا علي الصحة العامة طالما كان التركيز اقل كم 1.3 مجم / لتر الا ان بعض مركبات النحاس الناشئة عن الصدا قد تكون سامة للانسان عند تركيزات معينة.

ويلاحظ أن زيادة النحاس في الجسم تؤدي إلى صعوبة امتصاص الزنك ايضا ولذا ينصح بالإقلال من استخدام الأدوات والأواني النحاسية في الطهي. التعرض الصناعى لأدخنة النحاس تؤدى إلى إصابةالأنسان (بحمى الدخان المعدنية–Metal fume fever) مع تغير فى الأغشية المخاطية للأنف، أما التسمم المزمن منه يصيب الأنسان بمرض ويلسون (Wilson disease) وتتمثل أعراضه فى التليف الكبدى، تلف خلايا المخ، أمراض الكلى، ترسبات النحاس فى القرنية.

8) الالمونيوم Aluminum Al

توجد مركبات الالمونيوم لوفرة في الطبيعة وكثيرا ما توجد في الماء وتستخدم مركبات الالمونيوم علي نطاق واسع في معالجة مياه الشرب ، وتتغير لون المياه اذا زاد تركيز الالمونيوم عن 0.1 مليجرام / لتر من المياه المعالجة. ولهذا يوصي بقيمة لاتزيد عن 0.2 مليجرام / لتر استنادا الي القابلية والاستساغة لمياه الشرب. والالمونيوم يتواجد في التربة والنباتات وانسجة الحيوان ولهذا فالالمونيوم يوجد في الهواء والطعام والماء سواء الطبيعي منها او الملوث.

وتحتوي المياه الحامضية علي مستويات عالية من الالمونيوم وعلي الرغم من ان معالجة المياه تترك كميات ضئيلة من الالمونيوم في الماء الا ان بعضها يبقي في الماء بكميات تتراوح بين 0.1 الي 2.0 مليجرام /لتر وطبقا لكفاءة المعالجة والترسيب والترشيح، ومن مظاهر ضعف كفاءة المعالجة بالمرشحات زيادة الالمونيوم في المياه المرشحة عن 0.3 مليجرام /لتر. وفي شبكة التوزيع تترسب مركبات الالمونيوم وتندمج مع مركبات الحديد والسيليكا محدثة ضعف في تدفق المياه في الشبكة بالاضافة الي تغير لون وطعم المياه نتيجة احتواء هذه الرواسب علي البكتؤيا وصعوبة قتلها بالكلور، ويحدث هذا عند تجاوز الالمونيوم 0.1 في المياه المعالجة.

واملاح الالمونيوم الموجودة في الطعام لايمتصها الجسم بصورة كبيرة ولكنها تكون مركبات معقدة مع الفوسفات وتخرج مع البراز, والاستعمال المزمن لكميات كبيرة من الالمونيوم (مثل هيدروكسيد الالمونيوم المضاد للحموضة) يتسبب في فقدان الجسم لكميات كبيرة من الفوسفات من الجسم مما يؤدي الي ضعف والام العظام. و الالمونيوم لا يتراكم في الانسجة باستثناء العظام في حين تتراكم مركبات الالمونيوم المستنشقة من الغبار في الرئة والعقد الليمفاوية.

خطر.. استخدام الأوانى الألمونيوم فى الطهي:

حذرت ابحاث مصرية من استخدام اواني الطهي المصنوعة من الالومنيوم؛ لتأثيرها الضار على الجهاز العصبي واصابةالأنسان بمرض الزهايمر (الا انه لم يتأكد اذا كان الالمونيوم هو السبب ام انه عامل مساعد لاسباب اخري) وضمور العضلات وهشاشة العظام. واشارت الابحاث التي اجراها معهد التغذية المصري الى ان الالومنيوم يتفاعل مع الطعام نتيجة عملية الطهي خاصة مع الاطعمة الحمضية مثل الطماطم والصلصة مما ينتج عنه مكونات ضارة تتراكم على سطح الاناء وتلوث الطعام وتتسبب في عدد من الامراض. وحذرت الدراسة من خطورة غلي الماء في اوان مصنوعة من الالومنيوم او استخدام ورق الالومنيوم في طهي الطعام، حيث يؤدي ذلك الى تكون مادة الومنيات الصوديوم او ذوبان جزء من المعدن في الطعام مما يؤثر على الكبد والكلى بشكل ظاهر. ودعت الى استخدام اوان مصنوعة من مادة الاستانلس ستيل او الصاج عند غلي الماء واستخدام ورق الالومنيوم فقط في حفظ الطعام البارد.

والقيم الدليلة الموصي بها لتركيز الالمونيوم لمياه الشرب 0.2 مليجرام / لتر وان كانت وكالة البيئة الامريكية اوصت بقيمة 0.05 مليجرام / لتر لتأكيد ازالة مواد الترويب من الالمونيوم قبل دخول المياه الي الشبكة.

9) الفلوريدات Fluorides

علي الرغم من ان الفلوريد ليس من العناصر الثقيلة الا ان تلوث المياه به ذو خطورة لا يجب اغفالها ولهذا فالسطور القاجمة تتحدث عن الفلوريد كاحد العناصر الهامة من حيث تاثيرها علي المياه.

يتواجد عنصر الفلوريد في معظم المياه الجوفية علي هئية الأنيون ف (F). كما يتواجد المياه الغنية بعنصر الفلوريد، غالبا في المياه الجوفية الفقيرة في الكالسيوم في العديد من مسطحات المياه السفلية مثل الغرانيت و الصوان في طبقات المياه الجوفية و في بعض أحواض الترسيب. توجد المياه الجوفية التي تحتوي علي تركيز عالي من عنصر الفلوريد في مناطق عديدة في العالم، تشمل أجزاء كبيرة من أفريقيا و الصين و الشرق الأوسط وجنوب آسيا (الهند وسيريلانكا) و يمتد أكثر الأحزمة شهرة ذات التركيز العالي للفلوريد، بطول الشق الشرقي لأفريقيا من إرتريا إلى ملاوي. وهناك حزام آخر يمتد من تركيا مارا من خلال العراق وإيران و أفغانستان والهند وشمال تايلاند والصين. كما توجد أحزمة مماثلة في الأمريكتين واليابان.

ويوجد عنصر الفلوريد في الخضراوات و الفاكهة و الشاي و محاصيل أخرى و لكن عادة تعتبر مياه الشرب هي المساهم الأكبر في المقدار المدخول يوميا من الفلوريد. كما يوجد الفلوريد في الهواء نابعا من أبخرة التربة المحتوية على عنصر الفلوريد، كذلك من المخلفات الصناعية الغازية، و من احتراق الفحم في المناطق السكنية، و من الغازات النابعة من نشاط البراكين. و هكذا يتواجد عنصر الفلوريد، بتركيزات مختلفة في الطبيعة. و قد تمت معظم دراسات حساب المدخول من الفلوريد في البلدان النامية. يقدر التعرض اليومي للفلوريد، في الأجواء المعتدلة بنحو 6,. مجم للبالغ في اليوم الواحد، في حالة عدم إضافة الفلوريد في الماء. و قد حددت دلائل منظمة الصحة العالمية. 1,5 مجم لكل لترقيمة للفلوريد. ولتحقيق هدف الوصول إلى الحد الأعلى من الفوائد و الحد الأدنى من التأثيرات الضارة

يجب أن تتراوحقيمة الفلوريد بين 8,. – 1,2 مجم لكل لتر ماء. و تعتمد المستويات المقبولة على المناخ و حجم المياه المدخولة، و احتمالية تعاطي عنصر الفلوريد من مصادر أخرى. و بالأكثر تعتمد على ما إذا كانت تلك المصـــادر، مثـل أولئـك السابقة ذكرها، تحتوي أيضا علي مستويات عالية.

تأثيرات المقادير الضئيلة جدا- والمقادير الكثيرة جـدا- لعنصـر الفلوريـد يعتبر الفلوريد من المواد المرغوبة، حيث أنه يمكنه منع أو خفض نحر الأسنان كما إنه يقوي العظام و هكذا يساعد علي منع كسور العظام في كبار السن. وقد أظهرت الدراسات ارتفاع معدلات كل من نحر الأسنان و الكسور حيث يـنخفض مسـتوى الفلوريد الطبيعي. ونظرا لإيجابية تأثيره يضاف الفلوريد الى المياه أثناء معالجاته في بعض المناطق التي يقل فيها مستواه. و لكن قد تحدث زيادة كبيرة في الشـي الجيد، و في حالة الفلوريد، إذا زاد مستوي الفلوريد في المياه عن 1,5 مجم لكـل لتر، فإنه قد تحدث تأثيرات غير مرغوبة بعيدة المدى.

ويعتمد الكثير علي ما إذا كانت المصادر الأخرى مثل الخضراوات تحتـوي هي أيضا علي مستويات عالية. و تزداد خطورة التأثير السام مع زيادة التركيـز ويصبح هذا التأثير ظاهرا فقط عند مستويات أعلى بكثير من 1,5 مجم لكل لتـر وقد يرتفع المستوى الطبيعي في بعض المياه ليصل إلى 95 مجم لكل لتر مثل فـي تنزانيا حيث الصخور غنية بالمعادن التي تحوي علي عنصر الفلوريد.

ثالثا تلوث المجاري المائية بالأمطار الحمضية:

تكون الأمطار الحمضية تتكون الأمطار الحمضـية مـن تفاعـل الغـازات المحتوية على الكبريت والنتروجين. واهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسـجين بوجود الاشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أكسـيد الكبريـت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريت. الذي يبقى معلقا في الهواء على هيئة رذاذ دقيق تنقله الرياح من مكان لاخر، وقد يتحـد

مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هــو كبريتات النشادر، اما عندما يكون الجو جافا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطــار، فان رذاذ حمض الكبريت، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقــين فــي الهــواء الساكن، ويظهران على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناســبة لسقوط الأمطار فانهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض علــى هيئة مطر حمضي، هذا وتشترك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والاشعة فــوق البنفسجية الى حمض النيتروجين. ويبقى هذا الحمض معلقا في الهــواء الســاكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حمض الكبريت مكونا الأمطار الحمضية. كما توضح المعادلات الاتية:

$SO_2 + O_2 ½ \longrightarrow SO_3 + H_2O \longrightarrow H2SO4$

$NO2 + H2O \longrightarrow HNO3$

$CO2 + H2O \longrightarrow H2CO3$

نستطيع القول بأن " المطر الحمضى" مصطلح عام يطلق على الطرق العديدة التى تسقط بها الأحماض من الغلاف الجوى، والمصطلح الأكثــر دقــة لــه هــو "الترسيب الحمضى" والذى يتكون من جزئين:

1- ترسيب حمضى رطب (Wet).
2- ترسيب حمضى جاف (Dry).

ويشير الترسيب الرطب إلى المطر الحمضى والضباب والثلج. وبما أن الماء الحمضى يتدفق فوق ومن خلال سطح الأرض فهو يؤثر على العديد من النباتــات والحيوانات ومدى قوة تأثيره يعتمد على العديد من العوامل بما فيها درجة حمضية الماء، كيمياء التربة، نوع الأسماك والأشجار، وكافة الأحياء الأخرى التى تعتمــد على الماء.

أما الترسيب الجاف فيشير إلى الغازات الحمضية والجسيمات. وحوالى نصف الحمضية فى الغلاف الجوى تصل للأرض من خلال هذه الرواسب الجافة. ثم تقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات الحمضية والغازات وترسيبها على المبانى والسيارات والمنازل والأشجار وبعدها تأتى الأمطار لتغسل هذه الأسطح من أية غازات أو جسيمات تعلق عليها بفعل الرياح، ومن هنا تتحول الأمطار إلى أمطار حمضية بدرجة اكبر من التى تكون عليها الأمطار عندما تتساقط فى البداية بدون أية مؤثرات خارجية.

ولابد من ابداء الملاحظتين الآتيتين في هذا المجال. الملاحظة الاولى: الغازات الملوثة تنتقل بواسطة التيارات الهوائية تؤكد الدراسات في اسكندنافيا ان كمية غازات الكبريت اعلى (2.0) مرة مما تطلقه مصانعها، وفي الوقت نفسه، لا تزيد كمية غازات الكبريت في اجواء بعض اقطار اوروبا الغربية، وخاصة المملكة المتحدة عن 10- 20%. وهذا يعني ان هذه الغازات الملوثة، تنتقل بواسطة التيارات الهوائية من اوروبا الغربية الى اسكندنافيا وانكلترا.

[*] الملاحظة الثانية: الأمطار تزداد مع الزمن، كما جاء في كتاب "التلوث مشكلة العصر" تشير الدراسات الى ان حموضة الأمطار التي سقطت فوق السويد عام 1982 كانت اعلى بعشر مرات من حموضة الأمطار التي سقطت عام 1969، حيث لاحظ الخبراء ان نسبة حموضة مياه الأمطار زادت بشكل منذر بالخطر، اما درجة حموضة الأمطار في بريطانيا فقد وصلت الى 4.5 في عام 1979، ووصلت في نفس العام في كندا الى 3.8 وفرجينيا الى 1.5، حيث كانت درجة حموضة امطار فرجبنيا تقارب درجة حموضة حمض الكبريت (أسيد البطاريات) وفي اسكتلندا، وصلت الى 7. 2 عام 1977، ووصلت في لوس انجلوس الى 3 عام 1980. اي اكثر حموضة من الخل وعصير الليمون، ولا يقتصر التوزع الجغرافي للامطار على البلاد الصناعية، اذ يمكن ان تنتقل الغيوم لمسافات بعيدة عن مصادر التلوث الصناعي، فتهطل امطارا حمضية على مناطق لا علاقة لها

بمصدر التلوث. ولابد من الاشارة الى ان درجة حموضة ماء المطر النقي هي بين 5.5 – 6 اي تميل الى الحموضة قليلا، ولم يسجل اي تأثير سلبي لهذه النسبة، حصل خلال ملايين السنين، ويمكن اعتبار ماء المطر نقيا في حدود هذه الدرجة وغير ضار بالبيئة حسب المعلومات المتوفرة.

الآثار التخريبية للأمطار الحمضية في البيئة أثر المطر الحمضي في البحيرات أو المحيطات[*]:

أثرت الأمطار الحمضية في بيئة البحيرات، فبينت الدراسات ان 15 الف بحيرة من اصل 18 الفاقد تأثرت بالأمطار الحمضية، حيث ماتت وتناقصت اعداد كثيرة من الكائنات الحية التي تعيش في هذه البحيرات وخاصة الاسماك والضفادع. وثمة سؤال هنا: من أين تأتي خطورة الأمطار الحمضية على البحيرات؟ تبين ان زيادة حموضة الماء تعود الى انتقال حمض الكبريت وحمض الازوت اليها مع مياه السيول والانهار بعد هطول الأمطار الحمضية. اضافة الى ذلك فان الأمطار الحمضية تجرف معها عناصر معدنية مختلفة بعضها بشكل مركبات من الزئبق والرصاص والنحاس والالمنيوم، فتقتل الاحياء في البحيرات، ومن الجدير ذكره ان درجة حموضة ماء البحيرة الطبيعي تكون بين 5– 6 فاذا قلت عن الرقم 5 ظهرت المشاكل البيئية، وكما ان ماء البحيرات يذيب بعض المركبات القاعدية القلوية الموجودة في صخور القاع او تنتقل اليها مع مياه الانهار والسيول، فتنطلق ايونات البيكربونات وايونات اخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني، ويعبر عن محتوى الماء من ايونات التعديل ب "سعة تعديل الحمض"، فاذا كانت سعة تعديل الحمض كبيرة يكون تأثير البحيرة بالحموضة فعلا.. الا ان الزيادة المطردة في حموضة مياه الأمطار، جعلت قدرة سعة تعديل الحمض لبعض البحيرات دون المستوى ا لمطلوب، فارتفعت حموضتها، وبشكل خاص البحيرات الموجودة في المناطق الصناعية في الولايات المتحدة الاميركية واوروبا، وتدل الاحصائيات على ان عدد البحيرات التي كانت حموضتها اقل من 5 درجات

في اميركا في النصف الاول من هذا القرن كان 8 بحيرات فقط. واصبح الان 109 بحيرات، كما احصي في منطقة اونتاريو في كنداء اكثر من الفي بحيرة حموضة مياهها اقل من 5 درجات، وفي السويد اكثر من 20% من البحيرات تعاني من ارتفاع الحموضة، وبالتالي الخلل البيئي واضطراب الحياة فيها.

ويبين الجدول التالي اصابة بعض البحيرات المائية لبعض الدول بالحموضة (نتيجة للامطار الحمضية الساقطة عليها) وشواهد ذلك التحمض.

جدول 6-7

الدولة	الشواهد
كندا	تحمضت بقوة اكثر من 14000بحيرة,وتعاني 150000 بحيرة في الشرق (واحدة من سبع) من اضرار بيولوجية.
فنلندا	اوضحت عمليات مسح لالف بحيرة ان تلك التي لديها قدرة منخفضة علي معادلة الأحماض موزعة عبر الدولة , و8 في المائة من تلك البحيرات ليس لديها قدرة علي المعادلة , وتقع اكثر البحيرات تحمضا في جنوبي فنلندا.
النرويج	اندثار الاسماك في مياه تغطي 13000 كيلومتر مربع , والا فأنها قد تأثرت في مياه اخري مسطحها 20000كيلو متر مربع.
السويد	14000 بحيرة غير قادرة علي اعالة الحياه المائية الحساسة 2200, عديمة الحياه تقريبا.
المملكة المتحدة	بعض البحيرات المتحمضة في جنوبي غرب اسكتلندا وغربي ويلز ومنطقة البحيرات.
الولايات المتحدة	نحو 1000 بحيرة متحمضة و3000 بحيرة متحمضة حديا , وفقا لصندوق الدفاع البيئي , ووجدت دراسة للحكومة في 1984 ان 552 بحيرة ذات حمضية قوية و 964 ذات حمضية حدية.

المصادر:

Jim Ketcham –Colwill "Acid rain science and control issues "Environmental and Energy study institute special report July 12, 1988 U.N

أثر المطر الحمضي في الغابات والنباتات:

ان تدمير الغابات له تأثير في النظام البيئي، فمن الملاحظ ان انتاج الغابات يشكل نحو 15% في الانتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض، ويكفي ان نتذكر ان كمية الاخشاب التي يستعملها الأنسان في العالم تزيد عن 2.4 مليار طن في السنة، كما ان غابات الحور المزروعة في واحد كم2 تطلق 1300 طن من الأكسجين، وتمتص نحو 1640 طنا من ثاني أكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد.. كذلك تؤثر الأمطار الحمضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية، فهي تجرد الاشجار من اوراقها، وتحدث خللا في التوازن الشاردي في التربة، وبالتالي تجعل الامتصاص يضطرب في الجذور، والنتيجة تؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل وعلى سبيل المثال: فقد بلغت نسبة الاضرار في الاوراق بصورة ملحوظة في احراجها 34% سحابة من الغيوم تنذر بوقوع الكارثة في المانيا في لسبعينات وازدادت الى 50% عام 1985.

وفي السويد وصلت الاضرار الى 30% في احراجها، وتشير التقارير الى ان 14% من جميع اراضي الاحراج الاوروبية قد اصابها الضرر نتيجة الأمطار الحمضية. اضافة الى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الاميركية، تتأثر بالأمطار الحمضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان اكثر الاشجار تأثرا بالأمطار الحمضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي الى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها.

أثر المطر الحمضي في التربة والبيئة الارضية:

تبين التقارير ان التربة في مناطق اوروبا، اخذت تتأثر بالحموضة، مما يؤدي الى اضرار بالغة من انخفاض نشاط البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثلا. وانخفاض معدل تفكك المادة العضوية، مما ادى الى سماكة طبقة البقايا النباتية الى

الحد الذي اصبحت فيه تعوق نفاذ الماء الى داخل التربة والى عدم تمكن البذور من الانبات، وقد ادت هذه التأثيرات الى انخفاض انتاجية الغابات.

ويمكن اجمال التأثير البيئي للمطر الحمضي علي التربة في النقاط التالية:

- الماء ذا الرقم الهيدروجيني المنخفض يعمل علي اذابة لبعض العناصر السامة (بعض العناصر الثقيلة) في التربة وتصبح التربة ملوثة بتلك العناصر وقد تنتقل تلك العناصر السامة الي النباتات ومنها للانسان مسببة اثر صحي عليه.
- تأثر النباتات بالأمطار الحمضية يحرم بعض الحيوانات من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي الى موتها أو هجرتها.
- انخفاض الانتاج النباتي في المناطق التي تعرضت للمطر الحمضي لتلف كثير من المزروعات والنباتات في تلك المناطق.
- انخفاض انتاجة التربة المصابة بالمطر الحمضي لتغير الاتزان الكيميائي والفيزيائي والبيولوجي بها.
- موت العديد من البكتريا النافعة في التربة المصابة والمعرضة للمطر الحمضي لتغير الرقم الهيدروجيني المناسب لحياتها ونموها.
- انخفاض قدرة التربة المعرضة للمطر الحمضي علي تحليل وهضم الملوثات العضوية والملوثات القابلة للتحلل البيولوجي وبالتالي زيادة تلوث التربة بتلك الملوثات لتراكمها الشديد داخلها.

اثر المطر الحمضي في الحيوانات والكائنات المائية:

تتوقف سلامة كل مكون من مكونات النظام البيئي على سلامة المكونات الأخرى، دخان المصانع السبب الرئيسي في انبعاث غازات المطر الحمضي , فمثلا تأثر النباتات بالأمطار الحمضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي الى موتها أو هجرتها، كما تموت الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على القوارض او تهاجر ايضا وهكذا.. وقد يلاحظ التأثير المباشر للامطار الحمضية في

الحيوانات. كما لوحظ موت القشريات والاسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة، نظرا لتشكل مركبات سامة بتأثير الحموض (الأمطار الحمضية)، تدخل في نسيج النباتات والبلانكتون- العوالق النباتية- (نباتات وحيدة الخلية عائمة).. وعندما تتناولها القشريات والاسماك الصغيرة، تتركز المركبات السامة في انسجتها بنسبة اكبر. وهكذا تتركز المواد السامة في المستهلكات الثانوية والثالثية حتى تصبح قاتلة في السلسلة الغذائية.. ولابد من الاشارة الى ان النظام البيئي لا يستقيم اذ ا حدث خلل في عناصره المنتجة او المستهلكة او المفككة وبالنتيجة يؤدي موت الغابات الى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة، وهجرة الكبيرة منها.. وهكذا.

ويمكن اجمال التأثير البيئي والصحي للمطر الحمضي في الكائنات المائية في النقاط التالية:

- زيادة المطر الحمضي في البيئة المائية يغير من قيم الرقم الهيدروجيني لتلك المياه مما يخل بالتوازن الكيميائي للماء، اذ ان لكل مجموعة من الكائنات المائية مدي معين للرقم الهيدروجيني تعيش فيه.
- انخفاض الرقم الهيدروجيني في الماء يعمل علي اذابة بعض العناصر المعدنية وتحررها من القاع وتسببها للتسم لبعض الكائنات المائية.
- البحيرات المتحمضة والتي يقل فيها الرقم الهيدروجيني عن قيمته الطبيعية يحدث فيها اذابة لبعض العناصر السامة (بعض العناصر الثقيلة) في الماء مما يجعلها متاحة للكائنات المائية فتتراكم في اجسامها مسببة اختلال بيولوجيا لها وفي النهاية موتها.
- اختلال وتغير الرقم الهيدروجيني للماء بصورة حادة مفاجئة تسبب تأخر لنمو أو وقف للنمو تماما بعض بيض الكائنات المائية .
- موت القشريات والاسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة عند انخفاض الرقم الهيدروجيني عن الرقم 4.

- موت الاسماك بكميات كبيرة يقل من الانتاج الغذائي للبحيرات من الاسماك مما يضر بالدخل القومي للسكان في هذه المناطق.
- اصابة الانسان بالامراض نتيجة لتناوله اسماك متركز فيها بعض العناصر السامة بفعل اثر المطر الحمضي في الماء.

أثر المطر الحمضي في الأنسان:

يتشكل الضباب الدخاني في المدن الكبيرة، وهو يحتوي على حموض، حيث يبقى معلقا في الجو عدة ايام، وذ لك عندما تتعرض الملوثات الناتجة عن وسائل النقل بصورة فادحة إلى الاشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس، فيحدث بين مكوناتها تفاعلات كيميائية، تؤدي الى تكوين الضباب الدخاني الذي يخيم على المدن وخاصة في ساعات الصباح الاولى، والاخطر في ذلك، هو غازي ثاني أكسيد النيتروجين، لانه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية التي ينتج عنها الضباب الدخاني وبالتالي نكون امام مركبات عديدة لها تأثيرات ضارة على الأنسان إذ تسبب احتقان الاغشية المخاطية وتهيجها والسعال والاختناق وتلف الانسجة وانخفاض معدل التمثيل الضوئي في النباتات الاخضر. وكل هذا ينتج عن حدوث ظاهرة الانقلاب الحراري، كما حدث في مدينة لندن عام 1952 عندما خيم الضباب الدخاني لمدة ثلاثة ايام، مات بسببه 4000 شخص، وكذلك ما حدث في انقرة واثينا. بالاضافة الى اثر المطر الحمضي على المنشآت الصناعية والابنية ذات القيمة التاريخية والتماثيل، اذ يكلف ترميمها مبالغ كبيرة من دخل الفرد او الدخل القومي وابسط مثال على ذلك "تفتت بعض الاحجار في برج لندن الشهير وكنيسة وست مينستر ابي"، ناهيك عن تفاعل حمض الازوت مع كثير من المعادن في المنشآت الصناعية وتخريبها.

تأثير التغير في الاس الهيدروجين علي الاحياء المائية [*]:

معظم الأحياء المائية قد تأقلمت علي درجات محددة من تركيز أيونات الهيدروجين, لذا فان أية تغيرات في حموضة المياه قد تكون قاتلة لهذه الكائنات

فعلي سبيل المثال عندما يؤدي الترسيب الحمضي بفعل الأمطار الي خفض الأس الهيدروجيني الي اقل من 5.5 فان أجنة السالمون يموت عدد كبيرمنها , ويتم الفقس بطريقة غير عادية كما تتأثر ايضا الاسماك الكبيرة , بحيث تتوقف عن النمو والتطور الطبيعي , والذي يقضي علي كل فرصها في اكمال رحلتها الشاقة نحو أعلي مجري النهر اثناء عملية الهجرة , كما تقلل من اعداد البيض التي تضعها اذا قدر لها الحياه حتي اخر الرحلة. بالاضافة الي الاثار السامة المباشرة فان انخفاض الأس الهيدروجيني يؤدي الي ارتشاح المعادن السامة (الرصاص -الزئبق- الالمونيوم) من التربة والتي تؤدي الي القضاء علي الاسماك والنباتات والحشرات واللافقاريات المائية , كما ان التغير في الاس الهيدروجين يؤدي الي التغير في كمية ونوعية المادة الغذائية المتاحة للكائنات المائية.

5-6. التلوث الكيميائي العضوي وغير العضوي للمياه

هناك صور من التلوث الكيميائي تجمع بين الملوثات العضوية وغير العضوية للمياه مثل المخلفات الصناعية السائلة (مياه الصرف الصناعي) والتي قد تحتوي في نفس الوقت ملوثات ومركبات عضوية ملوثة وملوثات ومركبات غير عضوية ملوثة. وتختلف تلك الملوثات باختلاف الصناعة.

تلوث الماء بمياه الصرف الصناعية والمخلفات الصناعية السائلة:

تشكل مياه المصانع وفضلاتها 60% من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والانهار ويصعد أغلب هذه المواد من مصانع الدباغة والرصاص والزئبق والنحاس والنيكل، ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر وينتج التلوث بالهيدروكربونات الناتجة من مصافي البترول التي تستعمل كمية كبيرة من المياه في التبريد وعن السفن التي تجري في البحار والبحيرات والأنهار وتقذف منها الزيوت والفضلات المحترقة.

وتعرف مياه المصانع وفضلاتها بأنها مياه الصرف الصناعية أو مياه التصريف للمنشآت الحرفية أو الصناعية؛ وهو نواتج سائلة تتكون من خلال استخدام المياه في العمليات المختلفة لتصنيع المواد الأولية و تحويلها إلى منتجات صناعية ؛وكذلك من خلال استخدامها في مراحل تصنيع بضائع إستهلاكية وما يصحب هذه المياه من تغيير في خواصها الطبيعية و الكيميائية واستخدامها في عمليات التبريد والتنقية والغسيل وعمليات التقطير والترشيح وعمليات غسل الأجهزة الصناعية و عمليات التحويل الكيميائية و عمليات المعالجة و غيرها من العمليات؛فهذه المياه ينطبق عليها اسم (مياه صرفٍ صناعية).

- مياه الصرف الصناعي ذات الملوثات العضوية والغير عضوية:

وهي تتكون عند استخدام المياه في الصناعات وأهمها البترواية و الورق والصناعات البترولية وصناعة الطلاء وتحتوي هذه المياه على مركبات عضويا مثل الفينولات و الكحولات والمركبات الأروماتية والدهون والزيوت والغيرعضويا مثل الفلزات أوالمعادن الثقيلة كالرصاص والزنك والكروم والخارصين والنحاس والحديد وكذلك على الايونات السالبة (ألايونات) كبريتات / نترات /كربونات /وكلوريدات.

- تقدير درجة تلوث المياه:

من خلال التجارب العلمية و الطرق الكيميائية المتبعة و المعروفة في التحليل لعينات المياه يمكن تقدير درجة تلوث المياه وذلك بتقدير تركيز المواد ؛وكذلك نوعيتها والأهم هوتقدير حاجة الأكسجين الذائب في الماء أي حاجةالأكسجين الكيميائية (COD) وحاجة الأكسجين البيوكيميائية (BOD) وكذلك مقياس التقديرلدرجة تلوث المياه والتي ترجع إلى نوع المياه ومجال استخدامها.

تصنيف المخلفات الصناعية السائلة:

وكتصنيف أولي يمكننا القول أن هناك نفايات مخلفات صناعية متلائمة ومخلفات صناعية غير متلائمة مع أنظمة المعالجة التقليدية لمياه المجاري البلدية (مياه الصرف الصحي).

1- الملوثات والمخلفات الصناعية المتوافقة:

الملوثات المتوافقة هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها من قبل الهيئات المدنية. معظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية تنتج نفايات خام تشبه بشكل أو بآخر النفايات البلدية ولو أن هناك إختلاف واسع في التركيز.

المعالجة اللأولية تتضمن عادة تصفية خشنة و ترسيب. واما المعالجة الثانوية فيمكن أن تتضمن معالجة بالحمأة المنشطة و الفلاتر البطيئة ويمكن أن تتضمن أيضا عمليات بيولوجية هوائية أخرى تهدف إلى أكسدة وإتلاف الجزء الأعظم من المواد العضوية. تقاس هذه المواد العضوية ويعبر عنها عادة بعبارة الأوكسيجين العضوي المطلوب أو تقاس بطريقة غير مباشرة عن طريق معرفة -مثلا- الآوكسيجين الكيميائي المطلوب أو الكربون العضوي الكلي.

المواد القابلة للتحلل البيولوجي يمكن أن تزال بنفس الطرق شريطة عدم الإضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أو قيم حرجة من pH ودرجة الحرارة. ..الخ).

2- الملوثات والمخلفات الصناعية غير المتوافقة:

بعكس نفايات الصناعات الغذائية و بعض الصناعات العضوية التي يمكن معالجتها بنفس العمليات التقليدية المتبعة لمعالجة الصرف البلدي فإن نفايات كثير من الصناعات تتضمن ملوثات لا تتلائم مع تلك الطرق من المعالجة. أخطر أنواع عدم الملائمة هي تلك التي تتدخل في تشغيل عملية المعالجة كأن تحتوي على مواد سامة تحد أو تتلف الكائنات الحية التي تقوم بالعملية البيولوجية.

هذه السموم تتضمن السيانيد و المعادن الثقيلة والاجماض والزيوت البترولية و الشحوم البترولية. هذه المواد عندما تكون بتراكيز صغيرة تمثل نوعا آخر من عدم الملائمة, ففي هذه الحالة فإن الملوثات لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير ما عدا أنها تخضع إلى درجة ما من التمديد.

وهناك ايضا المواد المتطايرة Volatile Organic Compounds وهي المواد الكيميائية التي تحتوي علي الكربون والهيدروجين وتنتج من العمليات الصناعية وتتواجد عادة في المياه الجوفية فقط بتركيز عالي لأنها تتطاير عند ملامستها للهواء الجوي وبالتالي فتركيزها في المياه السطحية منخفض جداً وأفضل طريقة للتخلص منها هو بتعريض المياه الجوفية للهواء الجوي (Aerate) لفترة معينة تساعد على التخلص من كامل تركيز المواد المتطايرة بهاء المواد المتطايرة هي مواد سامة وتسبب السرطان عند تناولها بتركيز عالي في الماء ومن أكثرها سمية (Vinyl chloride).

بالإضافة إلى الملوثات غير المتلائمة السابقة فإن هناك بعض المواد التي يحظر كليا دخولها إلى شبكة الصرف الصحي البلدي و هذه تتضمن: المواد القابلة للإشتعال و الإنفجار –النفايات الآكلة – المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب بعض الإنسدادات.

إن التصنيف النهائي للملوثات من حيث كونها متلائمة أو غير متلائمة يجب أن يعتمد على دراسة نظام الصرف البلدي المراد طرحها فيه.نظم المعالجة الحديثة أو إقامة وحدات كيميائية –فيزيائية مستقلة عند محطات معالجة الصرف الصحي تتضمن ضبط pH و إضافة بعض الكيماويات التي من شأنها إزالة بعض المواد اللاعضوية هذه الإجرآت يجب أخذها بعين الإعتبار عند تحديد التراكيز المقبولة من هذه المواد اللاعضوية المسموح بطرحها في تيارات الصرف.

إن تصنيف النفايات كخطوة أولى في الدراسة الأولية من شأنه أن يساعد في إعداد لائحة للملوثات المتوقع مواجهتها في الصناعة و هذه اللائحة هامة في إعداد المسح المصنعي.

ثانيا فهو يساعد في إختيار نوع عمليات المعالجة.

الاثار الضارة لصرف المخلفات الصناعية السائلة علي المسطحات المائية:

محطات معالجة مياه الصرف الصناعي تصرف كميات عالية من الامونيا والنترات في المسطحات المائية المختلفة وهذا بالطبع يسبب كثير من المشاكل البيئية والتي من اهمها المشاكل التالية:

* التحلل الذاتي للمسطحات المائية
* استنفاد ونضوب الأكسجين الذائب
*السمية (الاثار السامة)
* تاثير الامونيا علي كفاءة التطهير بالكلور

*** التحلل الذاتي للمجاري المائية:**

من المعروف ان مياه المجاري غنية جدا بالمواد العضوية بالاضافة الي النتروجين والفسفور مما يؤدي الي زيادة عمليات التمثيل الغذائي للطحالب , كما تنشط البكتريا بانواعها المختلفة وتزيد من النشاط والتحلل البيولوجي مما يؤدي الي استنزاف الأكسجين ويترتب علي ذلك قتل اعداد كبيرة من الاسماك والاحياء المائية وبذلك تتعفن المياه لزيادة لنشاط الكائنات اللاهوائية وتصبح غير صالحة للحياه وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التشبع الغذائي Eutrophication

*** استنفاد ونضوب الأكسجين الذائب:**

وجود الامونيا في المياه يعمل علي استنفاد الأكسجين الذائب فمليجرام من الامونيا يجهد 4.6 مليجرام من الأكسجين الذائب ,والأكسجين الذائب المستهلك بواسطة بكتريا النيترة nitrifiers يسمي الأكسجين النيتروجيني المستهلك

ونضوب الأكسجين له اثر ضار جدا علي الاحياء المائية التي تعتمد عليه في تنفسها.

*** السمية (الاثار السامة):**

الامونيا غير المتأيتة سامة للاسماك، والامونبا في وسط منعادل للاس الهيدروجيني تكون في صورة امونيوم بينما يزداد تركيز الامونيا عند اس هيدروجيني اكبر من 9.0.

تتعلق درجة سمية مياه الصرف الصحي الخاضعة لعملية الكلورة بتركيز الأمونيا في هذه المياه قبل إخضاعها للتطهير بالكلور الفعال، حيث يشكل الكلور مع الأمونيا المتواجد عادة في مياه الصرف الصحي اتحادات الكلور أمين. تعتبر اتحادات الكلور أمين مفاعلات تطهير سيئة نسبياً، فحتى نتمكن من الحصول على فعالية تطهير للكلور أمينات مشابهة لفعالية تطهير الكلور الفعال لابد من زيادة كلا من جرعة الكلور الأولية وفترة التماس لهذه الاتحادات مع المياه، إضافة إلى أن تواجد الأمونيا في مياه الصرف الصحي يخفض بشكل كبير جداً من إمكانية تواجد HOCl ضمن قيم pH الشائعة لمياه الصرف الصحي، كما أن الكلور أمينات مركبات قاتلة للأسماك حتى في حالات القيم المنخفضة جداً لتراكيزها المتبقية في المياه.

*** تاثير الامونيا علي كفاءة التطهير بالكلور:**

يتحد الكلور مع الأمونيا المتواجد عادة في مياه الصرف الصحي مكوما مركبات الكلور أمين. تعتبر االكلور أمين مفاعلات تطهير سيئة نسبيا, والكلورمينات لها تأثير ضعيف علي قتل وابادة الجراثيم اقل من تاثير الكلور المتبقي الحر في المياه.

ومن ثم فصرف مياه تحتوي علي تركيزات عالية من الامونيا يعمل علي زيادة استهلاك الكلور اللازم للتطهير فوجود الامونيا يعمل علي انخفاض كفاءة

التطهير بالكلور عند استخدام مياه المسطحات المائية كمصدر من مصـــادر ميـــاه الشرب التي يلزم تطهيرها قبل استعمالها .

– التأكل والصدا:

الامونيا عند تركيز اكبر من ا مليجرام لكل لتر في المياه تعمل وتسبب تاكل لمواسير النحاس.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الكيميائي:

التلوث البيولوجي ينتج عن ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات والديدان في المياه. وتنتج هذه الملوثات، في الغالب، عن اختلاط فضلات الأنسان والحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريـــق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو عن طريق غير مباشـــر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع مـــن التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه فـــي الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية.

ويمكن اجمال أهم أشكال التلـــوث البيولـــوجي بالاشـــكال الاتيـــة: التلـــوث بالميكروبات والكائنات الممرضة و تداخل الأنظمة البيئية.

ومن اهم الاسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنـــات الحيـــة الدقيقـــة الممرضة في المياه الملوثة بمخلفات الصرف الصحي والصناعي هـــو صـــرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية الي شبكة المجـــاري العامـــة دون تعقيم او تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي الي انتشار الامراض المعدية التي تكـــون المياه الملوثة ناقلة لها.

ويتداخل التلوث البيولوجي مع التلوث الكيميائي في نقطتين هامتين:

- ان التلوث الكيميائي قد يضيف الي البيئة المائية عناصر جديدة قد تـؤدي الـي زيادة وانتشار التلوث البيولوجي بالكائنات الدقيقة الحية وبالنباتات المائية , وخير مثال التلوث بالمركبات الفوسفاتية والنتروجينية للمسطحات المائية يعمل علـي النمو الزائد للطحالب المائية بصورة قد تؤدي في النهاية الـي تحلـل الانهـار والبحيرات وموتها بيولوجيا مسببا خللا بيئيا جسيما.
- ان التلوث البيولوجي قد يضيف الي البيئة المائية سـموما كيميائيـة وعناصـر ضارة منتجة بالكائنات الحية الدقيقة والتي يؤدي تراكمها وزيادتها الـي انتـاج عناصر غريبة تحدث خللا بيئيا للبيئة المائية.

التلوث البيئي الكيميائي وأثره على أمن وسلامة الغذاء:

يعتبر هذا النوع من التلوث هو الأكبر حجمًا من بين أنواع الملوثات البيئية الأخرى نظرًا لتعدد وكثرة مصادره والتي من أهمها:

1. المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الحشائش:

تعد مشكلة متبقيات المبيدات في الغذاء الأكثر خطورة من بين أنواع الملوثات الأخرى في الغذاء نظرًا للاستخدام الواسع للمبيدات في الزراعة للقضاء على الآفات الزراعية والحشائش، وأيضًا لما لهذه المركبات من خاصية التراكم في الأنسان والحيوان والبيئة وينتج ذلك عادة من الاستخدام السيء لهذه المبيدات من حيث استعمال أنواع شديدة السمية ومحظور استخدامها أو استخدام هذه المبيدات قبل عملية التسويق مباشرة دون اعتبار لفترة الأمان للمبيد.

2. الغازات الناتجة من عوادم السيارات:

ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون السام من أهم نواتج عوادم السيارات المؤثرة على البيئة وعلى الأنسان مباشرة، وأيضًا من نواتج عوادم السيارات السامة عنصر الرصاص الذي يصل الغذاء إما بسبب الزراعة بجانب الطرقات أو عرض المواد

الغذائية بطرق غير صحية على جوانب الطرق. وعنصر الرصاص من المعادن الثقيلة المسببة للعديد من الأمراض للإنسان منها أمراض الجهاز العظمي وأمراض الجهاز العصبي ويسبب أيضًا مرض الأنيميا.

جوانب الطرق. وعنصر الرصاص من المعادن الثقيلة المسببة للعديد من الأمراض للإنسان منها أمراض الجهاز العظمي وأمراض الجهاز العصبي ويسبب أيضًا مرض الأنيميا.

3. الأسمدة الكيمائية:

وتعتبر مركبات النترات والنيتريت والفوسفات والفلورايد والكادميوم من نواتج استعمال الأسمدة الصناعية وهي مواد ملوثة للتربة والمياه ولها آثار سيئة على صحة الأنسان.

4. مخلفات المصانع:

وتعتبر المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والكادميوم والسيلينيوم من أخطر المواد التي تلوث التربة والماء الناتج عن مخلفات المصانع وهي مركبات سامة ولها أثرها السيء على البيئة والغذاء ومن ثم على صحة الأنسان.

وتصل هذه الملوثات إلى الغذاء عن طريق الاستعمال المباشر لها كالأسمدة والمبيدات أو غير المباشر كالأبخرة والغازات الناتجة عن المصانع المختلفة، ومن عوادم السيارات، والغازات الناتجة عن حرق النفايات، وهي تصل الغذاء إما عن طريق وصولها إلى المزروعات والحيوانات، أو عن طريق وصولها إلى مصادر المياه وبالتالي استعمالها في الري أو الشرب.

ولأن هذا النوع من التلوث هو الأكبر والأخطر لذا يجب وضع برامج لتقليل انبعاث الغازات من المصانع ومن عوادم السيارات وتقليل استخدام المبيدات

والأسمدة الكيميائية والتركيز على بدائل أكثر أماناً وترشيد استخدام المبيدات ومنع استيراد واستعمال المبيدات المحظور استخدامها في العالم.

ونشير أيضًا إلى بعض الملوثات الكيميائية في الغذاء والتي عادة ما تضاف بفعل الأنسان والتي تشمل المضادات الحيوية والهرمونات التي تستخدم لعلاج الحيوانات ولتسريع نموها، وتشمل أيضًا النكهة واللون. وأغلب هذه المركبات الكيميائية عليها تحفظ وخاصة الألوان ومحسنات النكهة التي ثبتت مسؤوليتها عن العديد من أنواع السرطان المنتشر حاليًا، وهذه المواد منع استعمالها في العديد من دول العالم بعد أن أكدت الدراسات أنها السبب الرئيسي في قائمة طويلة من الأمراض.

تحفظ وخاصة الألوان ومحسنات النكهة التي ثبتت مسؤوليتها عن العديد من أنواع السرطان المنتشر حاليًا، وهذه المواد منع استعمالها في العديد من دول العالم بعد أن أكدت الدراسات أنها السبب الرئيسي في قائمة طويلة من الأمراض.

الفصل السادس

التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي للمياه

6-1. التلوث الفيزيقي للماء

6-2. التلوث الحراري كاحد صور التلوث الفيزيقي للماء

6-2-1. مصادر التلوث الحراري للماء

6-2-2. نظم التبريد في محطات توليد الطاقة الكهربائية

6-2-3. تأثيرات التلوث الحراري على المصادر المائية

6-2-4. التحكم في التلوث الحراري

5-2-5. التأثيرات البيئية لابراج التبريد

6-3. تلوث قاع البحار بالمخلفات الصلبة كاحد صور التلوث الفيزيقي للماء

6-3-1.الاجراءات المفروض اتباعها لحماية البحار من خطر التلـــوث بالمخلفات الصلبة

الفصل السادس

التدهور والتلوث البيئي الفيزيقي للمياه

6-1. التلوث الفيزيقي للماء

التلوث الفيزيقي للماء ينتج عن تغيير الخواص الفيزيائية وتغير المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أوغير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء، غالباً، عن ازدياد كمية البخر لماء البحيرة، أو الأنهار، في الأماكن الجافة، دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة، يكون، في غالب الأحوال، نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة، ونقص الأكسجين الذائب، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن.ومن أهم أشكاله التلوث الفيزيقي للماء:

- التلوث الحراري للنظام المائي
- التلوث بالمخلفات والنفايات الصلبة للماء
- تلوث الماء والنظام المائي بالمواد المشعة

6-2. التلوث الحراري للمياه كاحد صور التلوث الفيزيقي للماء

تعتبر درجة الحرارة من العوامل الرئيسية التي تؤثر علي البيئة المائية وخاصة البحرية منها، فهي تؤثر علي كثافة ولزوجة مياه البحر وتتحكم في حركة التيارات المائية وكمية الغازات الذائبة والاس الهيدروجيني , كما تؤثر علي معدلات نمو الكائنات البحرية المختلفة حيث تزداد هذه المعدلات مع ارتفاع درجة الحرارة , وتقل بانخفاضها ولكن في حدود معينة , وتؤثر درجة الحرارة كذلك علي الفترات اللازمة لفقس البيض وسرعة نمو اليرقات ومواسم التزاوج والتوالد،

وايضا تؤثر علي التوزيع المكاني للكائنات البحرية.وتقسم الكائنات البحرية حسب قدرتها علي تحمل التغيرات في درجات الحرارة الى قسمين:

1- الكائنات التي تتحمل اختلافات كبيرة في درجة حرارة مياه البحر Eury –thermal.

2- الكائنات التي لا تتحمل اختلافات كبيرة في درجة حرارة مياه البحر Steno –thermal. وهذه بدورها تنقسم الي نوعين:

أ- كائنات تتحمل البرودة فقط Steno- thermal cold

ب- كائنات تتحمل الحرارة المرتفعة فقط Steno-thermal wormth

تتعرض المصادر المائية إلى تغيير مفاجئ في درجات حراراتها نتيجة قيام بعض الصناعات وبالأخص صناعات توليد الطاقة الكهربائية والصناعات النفطية بطرح المياه الساخنة إلى هذه المصادر حيث تسحب هذه الصناعات كميات كبيرة من مياه المصدر المائي لأغراض التبريد ويعود معظم هذه المياه إلى المصدر المائي بعد أن يسخن. ونظرًا لضخامة كمية المياه الساخنة المصروفة فإنها تؤدي إلى رفع درجة حرارة المصدر المائي بضع درجات مسببة بذلك خللا في التركيبة الحياتية والطبيعية للمصدر المائي، ويؤدي رفع درجة حرارة المصدر المائي إلى تغيير الخصائص الطبيعية والكيميائية للماء كما تؤثر درجات الحرارة المرتفعة على الأنشطة البيولوجية للأحياء المائية , فقد لا تستطيع بعض الكائنات البقاء على قيد في ظل الظروف الدافئة بينما سيأتي البعض الآخر لاستغلال تلك الظروف الجديدة لبقائه على قيد الحياة. وقد تؤدى ظروف الدفء إلى قطع السلسلة الغذائية، حيث يمكن أن تبدأ الحشرات في التشرنق المبكر مما يحرم الطيور من جزء كبير من غذائها.

ويبين الجدول التالي اثر ارتفاع الحرارة على سلوك وخصائص الملوثات المائية:

جدول 6-1

الاثر – السلوك	مقدار واهمية الاثر
ذوبانية الغازات	منخفضة (اي تؤدي الي الانخفاض)
ذوبانية السوائل والمواد الصلبة	مرتفعة (اي تؤدي الي الارتفاع)
معدل الامتصاص البيولوجي	مرتفع
معدل التحرر البيولوجي	مرتفع
معدل التحلل الفيزوكيميائي	مرتفع
معدل التحلل البيولوجي	مرتفع
سمية الملوثات	مرتفع
حدود وعتبة السمية	منخفضة
معدل استنزاف الاكسجين كيميائيا	مرتفع
معدل استنزاف الاكسجين بيولوجيا	مرتفع
الاثر البيولوجي للمغذيات	مرتفع
الاثر البيولوجي للمواد العالقة	مرتفع
معدل عكس التأزت	مرتفع

6-2-1. مصادر التلوث الحراري للماء

يُعد التلوث الحراري معضلة صناعية على الرغم من أن الفضلات المدنية تسبب، هي الأخرى، تغييرًا محدودًا في درجات حرارة المياه المستقبلة لهذه الفضلات. وأهم مصادر التلوث الحراري هي صناعات الطاقة الكهربائية بنوعيها النووي والحراري، أما الصناعات الأخرى كصناعة الحديد والصلب – صناعة الورق – مصافي تكرير النفط وغيرها فهي جميعًا تعد مصدرًا ثانويًا للتلوث الحراري.

1- مصادر توليد الطاقة الكهربائية:

تنشأ هذه المحطات على مقربة من الموارد المائية وذلك لعظم كميات المياه التي تحتاجها هذه المحطات للتبريد. ويتم استخدام مياه البحر بجميع المبادلات الحرارية لغرض تكثيف البخار بالمحطات البخارية ولأغراض التبريد بالمحطات البخارية والغازية وتكتسب هذه المياه الداخلة في عملية التبريد درجة حرارة عالية عند خروجها وتصرف إلى البحر وهذا يسبب ظاهرة التلوث الحراري لمياه البحر حيث يبلغ معدل المياه المستعملة في عمليات التبريد في دولة متوسطة مثل ليبيا حوالي 4,800,000 متر مكعب/يوم.

غالبًا ما تكون الكفاءة الحرارية لمحطات الطاقة النووية أقل من تلك التي تستخدم الوقود الاحفوري وعليه فإن الحرارة المتبددة في مياه التبريد من هذه المحطات ستكون كبيرة ويرجع انخفاض كفاءة المحطات النووية إلى سببين رئيسيين: الكفاءة في التوليد والأمر الآخر يتعلق بمحطات الوقود الاحفوري حيث يتم طرح جزء من هذه الحرارة إلى الجو عن طريق المداخن في حين يتعذر ذلك في المحطات النووية لاعتبارات بيئية وحذرًا من التسرب الاشعاعي وبسبب هذين العاملين فإن محطة توليد الطاقة الكهربائية النووية تطرح 50% من الطاقة الحرارية إلى الموارد المائية أكثر من نظيرتها التي تستخدم الوقود الاحفوري.

فمحطات القدرة الكهربية العاملة بالوقود النووي تقذف كميات كبيرة من المياه الحارة مما يؤدي الي رفع درجة الحرارة من 10 الي 20 مئوية في المناطق المحيطة بالمحطات.

2- الصناعات النفطية والمصافي:

تستخدم المصافي النفطية كميات كبيرة من المياه في التبريد والعمليات الصناعية المختلفة وتطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى الأخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطئ البحر مثل مصفاة والتي تبلغ 10-30 مرة من كمية

النفط الخام المعالج حيث تؤدى هذه المياه إلى خفض كميات الأكسجين الذائب مما يسبب خللا في الأحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك أن المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت وشحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطئ البحر بالزيت.

3- صناعة الحديد والصلب:

صناعة الحديد والصلب من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة وبالتالي من أكثرها تلويثاً للبيئة ومن المعروف أنه لإنتاج طن واحد من الحديد والصلب نحتاج إلى صرف 460 مترًا مكعبًا من الغاز و59 جرامًا من الزيت واستهلاك 1400 ك.و.س من الكهرباء وهكذا ندرك ما يمكن أن يترتب على هذا من تلوث للهواء والماء والتربة. ونظرًا للاستخدام الضروري للمياه في صناعة الحديد والصلب ينتج تلوث للمياه وإحداث ضرر على البيئة ومن أهم استخدامات المياه الصناعية التبريد بشقيه المباشر وغير المباشر فينتج عن التبريد المباشر للمنتوجات إزالة القشور من على أسطحها وتختلط المياه بالقشور وكذلك بالزيوت والشحوم المستعملة للدرافيل، فيحدث تلوث لهذه المياه وتختلط بالشوائب وتظهر مؤشرات التلوث المتمثلة في الحرارة والزيوت كذلك بعض المعادن الثقيلة وعسر الماء وغيرها من مؤثرات التلوث. وتستخدم المياه أيضًا كعامل مساعد لكبت أنواع مختلفة من عناصر التلوث الناتجة عن طريق مناولة مكورات الحديد خلال عمليات الاختزال المباشر وكبت لغازات العادم الناتجة من عمليات الاحتراق بمصانع الاختزال المباشر.

التلوث الحراري الناتج عن المصانع:

تمثل المعادلة التالية العلاقة بين تصريف المياه من مصنع و مياه النهر الذي تقذف اليه المخلفات , ودرجة حرارة مياه المخلفات المصنع ومياه النهر , ودرجة حرارة مياه النهر بعد مزجه بمياه مخلفات المصنع.

$$Q1\,T1 + Q2T2 = (Q1+Q2)\,T$$

حيث ان Q و Q2 تصريف مياه المصنع والنهر علي التوالي م3 / ثانية

T_1 ، و T_2 درجة حرارة مياه المصنع والنهرعلي التوالي درجة مئوية

T درجة حرارة مياه والنهر بعد مزجها بمياه المصنع درجة مئوية.

* من المهم معرفة انه عند وجود عدة مصانع قريبة من بعضها فانها تعد مصدر واحد لقذف المخلفات والمياه الحارة مما يزيد من خطر التلوث.

مثال:

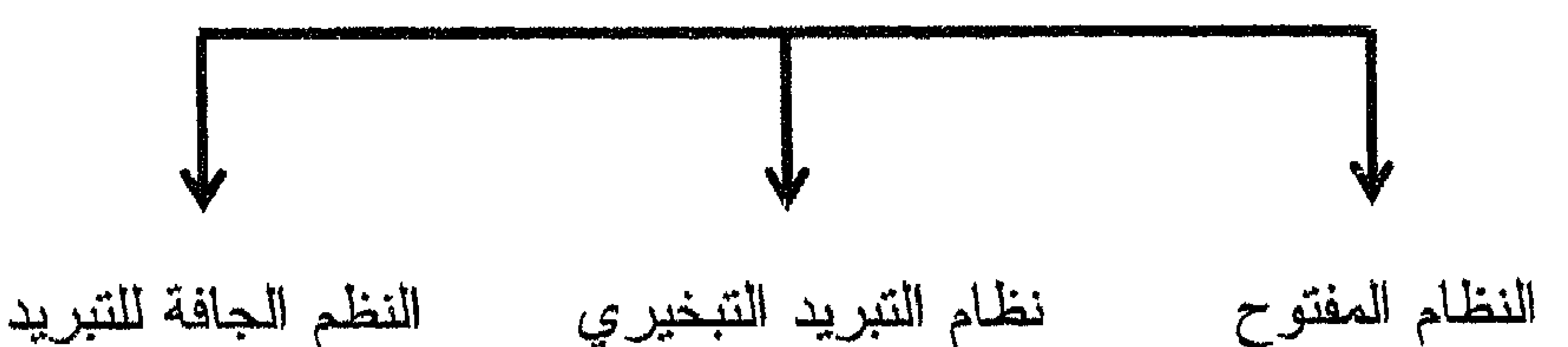
ما هي درجة حرارة مياه مصنع يصرف 5 متر مكعب / ثانية علي نهر اذا كانت درجة حرارة مياه النهر 5 مئوية وتصريفه 30 متر مكعب/ ثانية, ودرجة حرارة النهر بعد المزج بمياه المصنع لا تزيد عن 8 مئوية.

الحل:

$$Q1\,T1 + Q2T2 = (Q1+Q2)\,T$$
$$5 \times T1 + 30 \times 5 = (5+30)\,8$$
$$T1 = 280 - 150 / 5 = 26\ °C$$

6-2-2. نظم التبريد في محطات توليد الطاقة الكهربائية

توجد عدة اعتبارات عند اتخاذ قرار بشأن نظم التبريد التي يمكن أن تعتمدها المحطة وهذه الاعتبارات مرتبطة بالعامل الاقتصادي وموقع المحطة وصرامة التشريعات البيئية وهذه النظم المألوفة هي:



النظام المفتوح — نظام التبريد التبخيري — النظم الجافة للتبريد

1- النظام المفتوح:

يستخدم الماء المسحوب من المصدر المائي لمرة واحدة للتبريد ثم يعاد إلى المصدر وقد يبرد الماء قليلا بواسطة بركة قبل إعادته إلى المصدر المائي.

2- نظام التبريد التبخيري:

وغالبًا ما يكون هذا النظام مغلقاً حيث تعاد المياه المبردة بواسطة التبخير إلى المحطة ثانية ولا يسحب من المصدر المائي إلا القدر الكافي لتعويض ضائعات التبخير. ويجرى التبريد إما بواسطة برك التبريد التي تصمم وفق الظروف المناخية والمعطيات التصميمية للمحطة.

3- النظم الجافة:

وتعتمد النظم الجافة على امرار تيار هوائي يتلامس مع الأنابيب الحاوية للمياه الساخنة فيبرده ونادرًا ما يستخدم هذا النظام بنجاح في محطـــات توليـــد الكهرباء لأسباب اقتصادية ولكنه قد يكون فعالاً في الأجواء الباردة جدًا.

6-2-3. تأثيرات التلوث الحراري على المصادر المائية

تشمل تأثيرات التلوث الحراري للماء كل من التأثيرات التالية:

- ◊ تأثيرات فيزيائية (طبيعية)
- ◊ تأثيرات كيميائية
- ◊ تأثيرات بيولوجية

1. اولا التأثيرات الفيزيائية (الطبيعية):

الزيادة في درجة حرارة المصدر المائي بحد ذاتها يمكن أن تكون مفيدة أو مضرة بالمصدر وذلك حسب طبيعة استخدام ذلك الماء الذي تقل فائدته لأغراض التبريد الصناعية في حين يقلل من كمية الكيماويات المستخدمة لتصفية هذه المياه في محطات التحلية كما يؤثر ارتفاع درجة حرارة الماء على كل خصائصه الطبيعية كالكثافة والشد السطحي وذوبان الغازات في الماء واللزوجة وغيرها كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول 6-2

اللزوجة Cs	الكثافة جم /مل	ذوبان الأكسجين مجم /لتر	درجة الحرارة مئوية
1.787	0.99984	14.6	0
1.519	0.99997	12.8	5
1.307	0.9997	11.3	10
1.139	0.9991	10.2	15
1.002	0.9982	9.2	20
0.89	0.99704	8.4	25
0.798	0.99565	7.6	30

* حد الاشباع بالمليجرامات أوكسجين لكل لتر.

ويعد تأثير ذوبان الأكسجين بارتفاع درجة الحرارة عاملا حيويًا للمصادر المائية حيث أن الأكسجين مهم لكافة الأحياء المائية. وكما هو معروف كلما زادت درجة الحرارة انخفض معدل اشباع الماء بالأكسجين.

ويتبين من الجدول انه كلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الكثافة لزيادة الحجم وايضاً قلت اللزوجة.

2. ثانيا التأثيرات الكيميائية:

تعتمد سرعة التفاعل الكيميائي أو البيوكيماوي على عدة عوامل من أهمها درجة الحرارة وعلى العموم فإن سرعة التفاعل تتضاعف كل عشر درجات مئوية. فمثلا المصانع التي تلقى مخلفاتها في مياه النيل وهى عادة تلقى ساخنة وبالتالي ترتفع درجة حرارة وسط للتفاعل ما بين تلك المواد ومياه النيل مما يساعد على سرعة التفاعل معها وذوبانها خلال المياه.

3. ثالثا التأثيرات البيولوجية:

يؤثر طرح المياه الساخنة على المنظومات البيولوجية الموجودة في المصدر المائي عن طريق اتلاف التركيب البروتيني للكائنات الحية. لذا فإن تعرض الأحياء

لحرارة عالية سوف يؤدي إلى تغيرات في معدلات التكاثر والتنفس والنمو وقد يؤدي إلى موت هذه الأحياء ويتناسب هذا التأثير مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة وفترة التعرض لهذه الحرارة. فمن المتوقع أن تتأثر الأحياء بالحرارة بأحد الأشكال الآتية:

- بعض الأحياء الصغيرة تتسرب إلى مصافي السحب وتدخل المحطة ويكون لها تماس مع الحرارة الشديدة للمكثفات قبل أن تطرح ثانية مع الماء الساخن إلى المصدر.
- تتعرض الأحياء الموجودة عند مصب المياه الساخنة إلى تماس مع الدفق الساخن عند بداية انتشاره في المصدر وبذلك فهى تتعرض لفروق حرارية عالية نسبيًا وتستطيع بعض الأحياء المائية العليا كالأسماك أن تغادر مواقع المصبات الساخنة أما الأحياء الحساسة لارتفاع درجة الحرارة فسوف يقضى عليها قرب هذه المواقع.
- يؤدي ارتفاع درجة حرارة الماء فوق (32) درجة مئوية إلى نقصان عدد الأحياء القاعية ومن الملاحظ أن الأحياء كاملة النمو أكثر تحملاً للفروق الحرارية من بعض صغار تلك الأحياء أو يرقاتها.
- استقرار المعادن الثقيلة في المياه ومنها فى أجسام الكائنات المائية ومنها إلى الأنسان حيث أن أثرها تراكمي.

وطبقا للدراسات والابحاث فانه لوحظ ان اختلاف درجات الحرارة فى المياه تؤثر بالسلب على الكائنات المائية من حيث:

1- أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من الوظائف الحيوية داخل الكائن و التي بدورها تحتاج نسبة من أعلى من الأكسجين المستهلك مما يقلل من نسبة تواجدة في البيئة المائية.

2- فى بعض الأسماك تقل بها قابلية حمل الهيموجلوبين للأكسجين بها و هذا يؤثر على العمليات الفسيولجية فى الكائن مما يؤدى الى الموت.

3- اتجاه إلى الكثير من الكائنات الحية إلي الهجرة و ترك المكان مما يترتب علية الخسارة الاقتصادية الكبيرة.

4- فناء الكثير من الأنواع و انقراضها لعدم تحملها التغير في درجات الحرارة.

5- زيادة درجة الحرارة يساعد على زيادة الطفيليات و البكتريا الضارة و يزيد من تحلل المواد العضوية مما يقلل من نسبة الأكسجين.

كما أن من الملوثات الحديثة للمياه حراريا هي محطات الطاقة النووية، والتي تستخدم فى توليد الكهرباء وذلك لان المحطات تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها ولهذا السبب تقام اغلب المحطات النووية المستخدمة في توليد الكهرباء على البحار والبحيرات أو الأنهار أي بالقرب من الماء وعند استخدام الماء في التبريد ترتفع درجة حرارة ماء المجرى و مع تكرر هذه العملية يوم بعد يوم فان أجزاء كبيرة من المجرى المائي ترتفع حرارتها عن الحد المطلوب و إذا كان المجرى أو البحيرة مغلقة ترتفع درجة حرارتها كلية.

وهذه الحرارة – سواء كانت درجة أو ثلاثة بالأحياء و قد تؤدى إلي موتها أو هجرتها من البحيرة لعدم قدرتها على التكيف مع الارتفاع في درجة الحرارة.

وهذا بالاضافة الي احداث التلوث الحراري للاضرار الاتية:

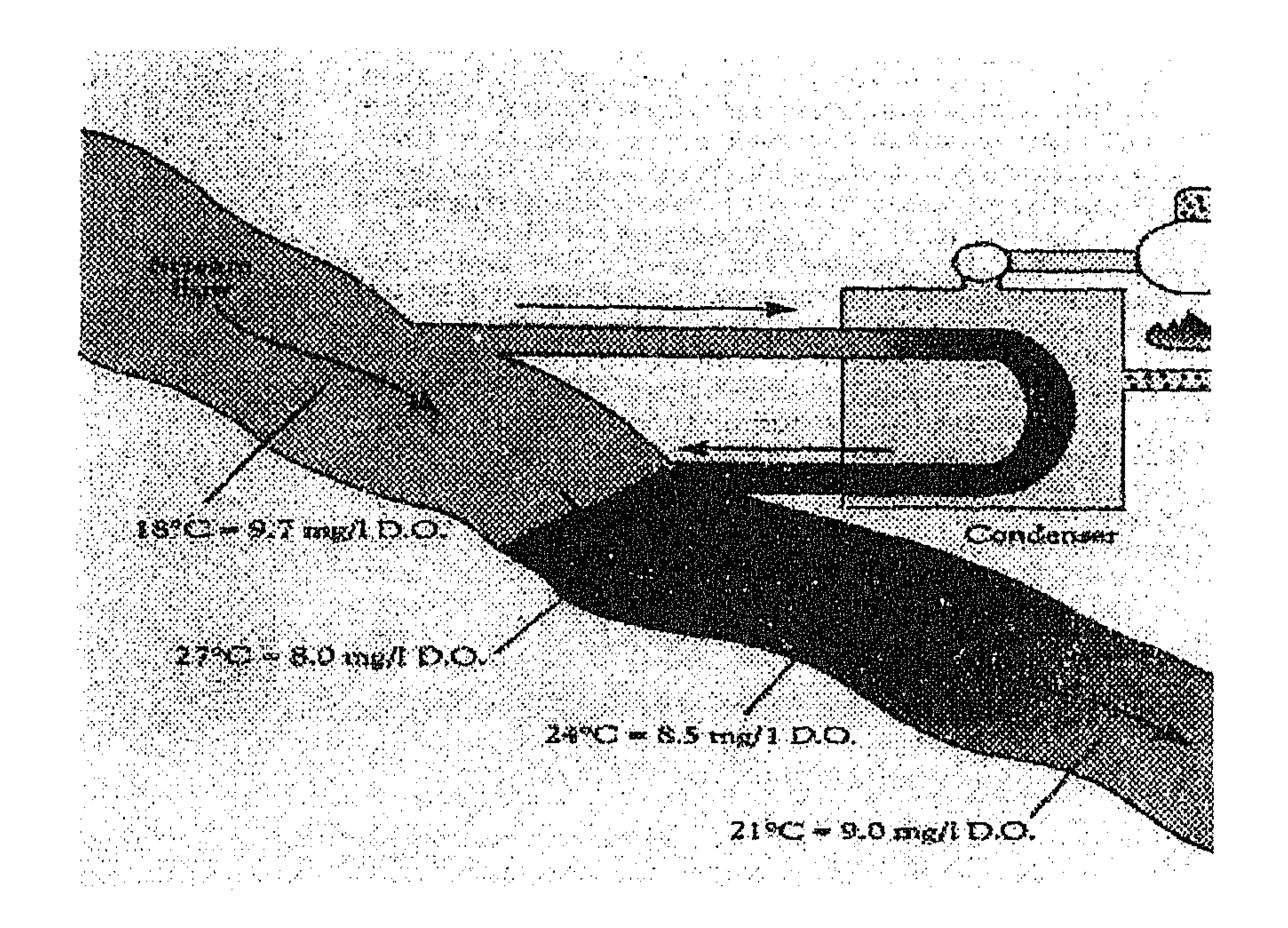
- ان عملية التلوث الحراري لمياه الأنهار له تأثير ضار جداً على المصارف والأنهار حيث أن التسخين يعمل على تبخير الماء وانخفاض منسوب تدفق الأنهار ففي غرب الولايات الأمريكية تؤدى الزيادة فى درجة الحرارة **(1-5)** درجات إلى انخفاض منسوب مياه حوض نهر كلورادو انخفاضاً كبيراً حتى إذا استمر الهطول للإمطار بانتظام. كذلك فان التبخير الشديد يجعل الماء يشح

وهذا يؤدى الى زيادة الحاجة إلى الري فيزداد استنزاف موارد المياه وفي الوقت نفسه قد تتأثر نوعية المياه بالحرارة.

- كذلك فان أساليب الري نفسها من الملوثات الحرارية للمياه استخدام ماكينات الري التي تعمل بالكيروسين تصب الماء الساخن قد يصل لدرجة غليان" إلى المصارف والترع مرة أخرى مما يضر بالماء من حيث رفع درجة حرارته عن المعدل الطبيعي وذلك يسبب موت العديد من الكائنات التي تعيش فيه أو النباتات المائية.

والشكل التالي يبين صرف المياه الساخنة علي احد الانهارعن طريق صرف المياه من المكثفات في اتجاة سريان الماء في النهر حيث يستمد المكثف الماء البارد لتبريده من الماء البارد الجار في النهر ويلقي الي النهر بالماء الساخن في اتجاه الجريان بعد مأخذ الماء البارد ويلاحظ من الشكل الاتي:

الماء البارد الداخل الي المكثف تكون حرارته اقل منه في الماء الساخن المنطلق من المكثف (18 مئوية للداخل و27 مئوية للخارج) وتركيز الاكسجين الذائب في الماء البارد أعلي منه في الماء الساخن المنطلق من المكثف (9.7 مجم /لتر للداخل و8.0مجم/ لتر مئوية للخارج) مما يؤكد ان القاء الماء الساخن يرفع درجة الحراة عند نقطة طرح الماء بحوالي 9 درجات ويخفض من تركيز الاكسجين الذائب بحوالي 1.7 مجم / لتر عند النقطة نفسها.



دور الدول فى الحد من التلوث الحراري:

وضع بعض التشريعات التي تحدد درجة حرارة مياه الصرف الساخنة التي تلقى في المجارى المائية:

1- الزمت المصانع ومحطات القوى بها بتغير أماكن إلقاء مخلفاتها إن إلزامها بتحديد درجة حرارة مخلفاتها.

2- الزام أي مصنع بانشاء أبراج تبريد ضخمة تستخدم لتخفيض درجة الحرارة.

3- إنشاء البحيرات الصناعية لتبريد الفاعلات النووية

4- إلقاء الصرف أو المياه الساخنة في أعماق البحار لان المياه العميقة درجة حرارتها اقل من المياه السطحية.

5- استخدام الميكنة الحديثة لدى الأرض باستخدام أشعة الليزر.

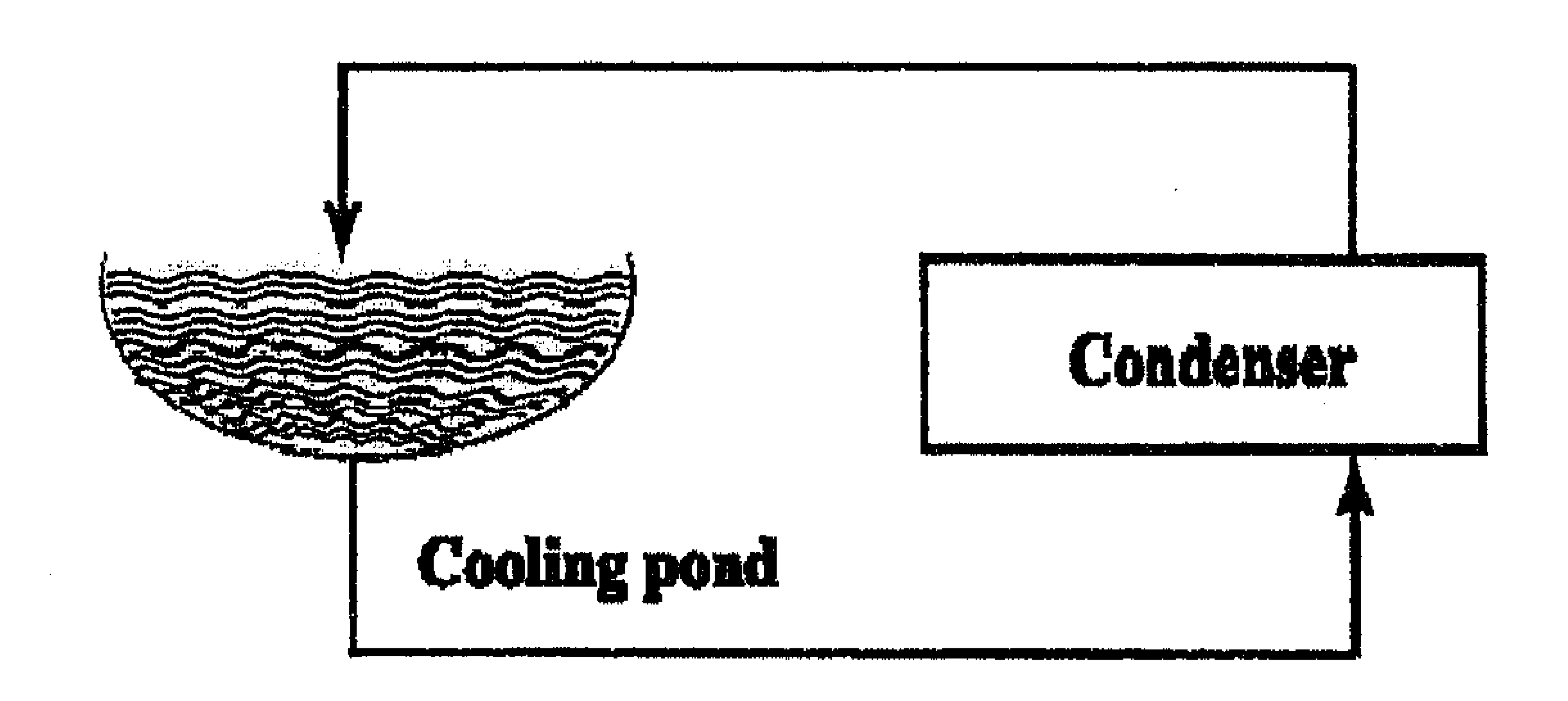
6- استخدام الرى بالتنقيط حيث يقلل من أو يمنع وجود ميكنة ترفع من درجة حرارة المياه.

6-2-4. التحكم في التلوث الحراري

من اهم الوسائل للتحكم في التلوث الحراري هو ان الحرارة لابد ان تزال من مكثفات الماء المبرد قبل القاؤها في المسطحات المائية والمبادئ الاساسية لفقد الحرارة هي الفقد بالتوصيل والفقد بالحمل والفقد بالاشعاع والتبخير، والمياه الخارجة الحارة يمكن الاستفادة منها في كثير من الاغراض.

أ- بحيرات التبريد Cooling ponds

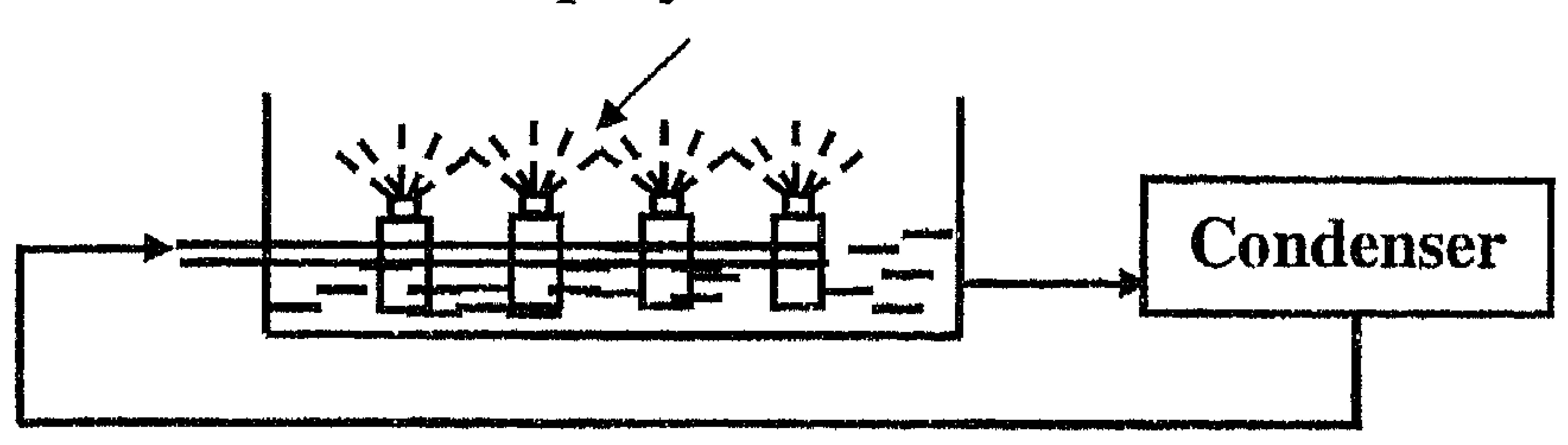
كما يوضح الشكل التالي فان الماء الخارج من المكثفات (المكثف هو عبارة عن وعاء كبير من الصلب يدخل اليه من الأعلى البخار الآتي من التوربين بعد أن يكون قد قام بتدويرها وفقد الكثير من ضغطه ودرجة حرارته، كما يدخل في هذا المكثف من أسفل تيار من مياه التبريد داخل أنابيب حلزونية تعمل على تحويل البخار الضعيف إلى مياه حيث تعود هذه المياه إلى المراجل مرة أخرى بواسطة مضخات خاصة) ذو الحرارة المرتفعة يخزن في بحيرات شبيهة بالبحيرات الارضية حيث يقوم التبخير الطبيعي بخفض درجة الحرارة للماء, والماء بعد تبريده يعاد تدويره مرة اخري واستعماله او يتم طرحه في المسطحات المائية بامان.



ب- بحيرات الرذاذ Spray Ponds

في بحيرات الرذاذ ينتشر الماء علي هيئة رذاذ من بحيرات التبريد المائية عن طريق الرشاشات او الفوهات والتي تحول الماء الي قطيرات صغيرة جدا لها

مساحة سطح كبيرة تسهل من عملية انتقال الحرارة الي الجو المحيط. ويبين الشكل التالي مخطط مبسط لبحيرات الرذاذ.

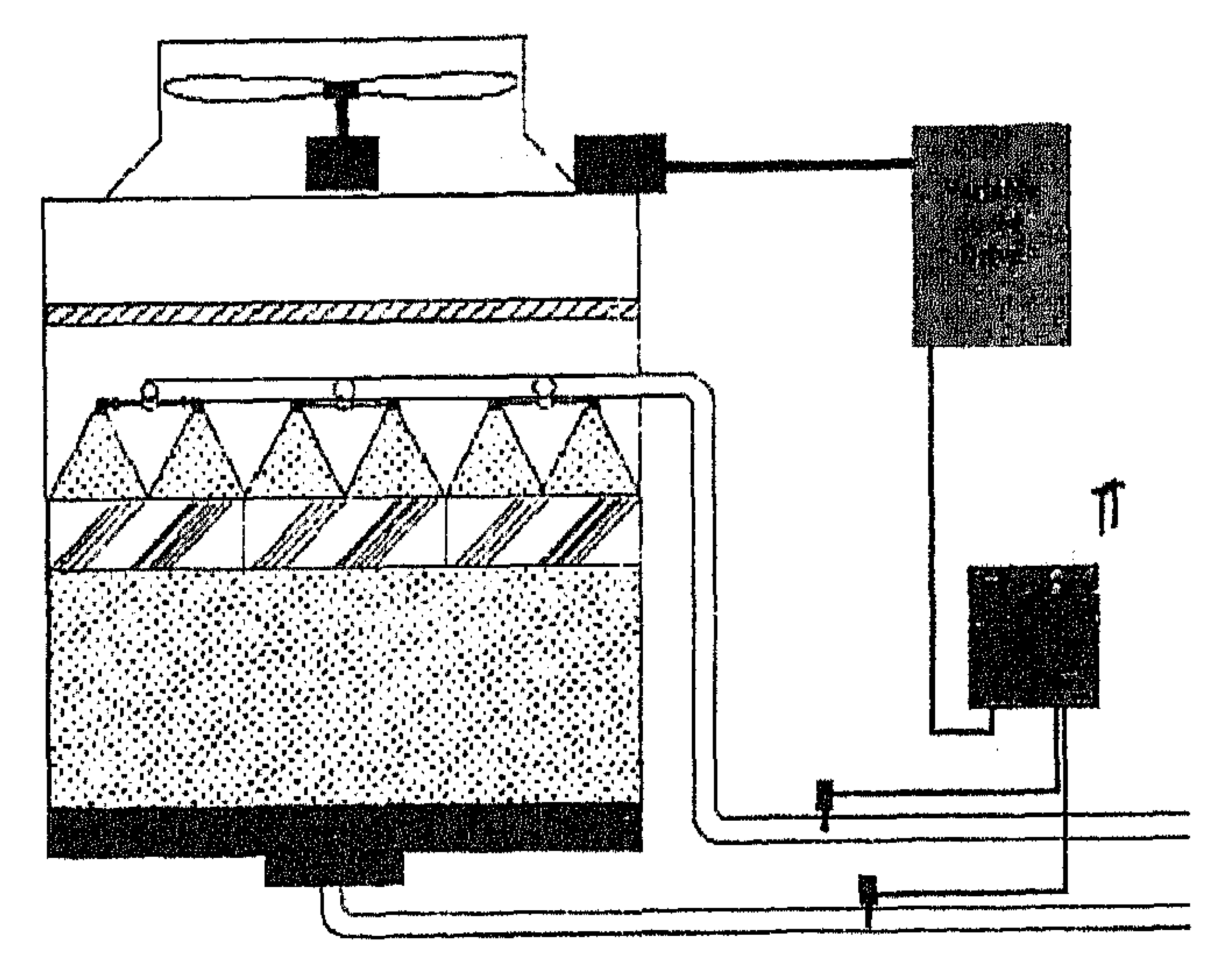


مخطط لبحيرات الرذاذ

أبراج التبريد Cooling Towers

1- ابراج التبريد الجافة

وهو يشبه في عمله مبرد السيارة الراديتور، وتعتمد فكرة برج التبريد الجاف علي امرار تيار هوائي يتلامس مع الأنابيب الحاوية للمياه الساخنة (انابيب لولبية) فيبرده ويمرر الهواء عن طريق مراوح ضخمة ذات سرعات كافية لاحداث التبريد اللازم، ويتميز بانه لا يوجد تبخير للماء، والتبريد يتم عن طريق الحمل والتوصيل الحراري للحرارة الي الهواء، والماء المبرد يمكن اعادة استخدامه مرة اخري او طرحة الي المجري المائي، ويمكن خفض درجة حرارة الماء من 80 فهرنهيت الي 50 فهرنهيت، ونادرًا ما يستخدم هذا النظام بنجاح في محطات توليد الكهرباء لأسباب اقتصادية ولكنه قد يكون فعالاً في الأجواء الباردة جدًا.

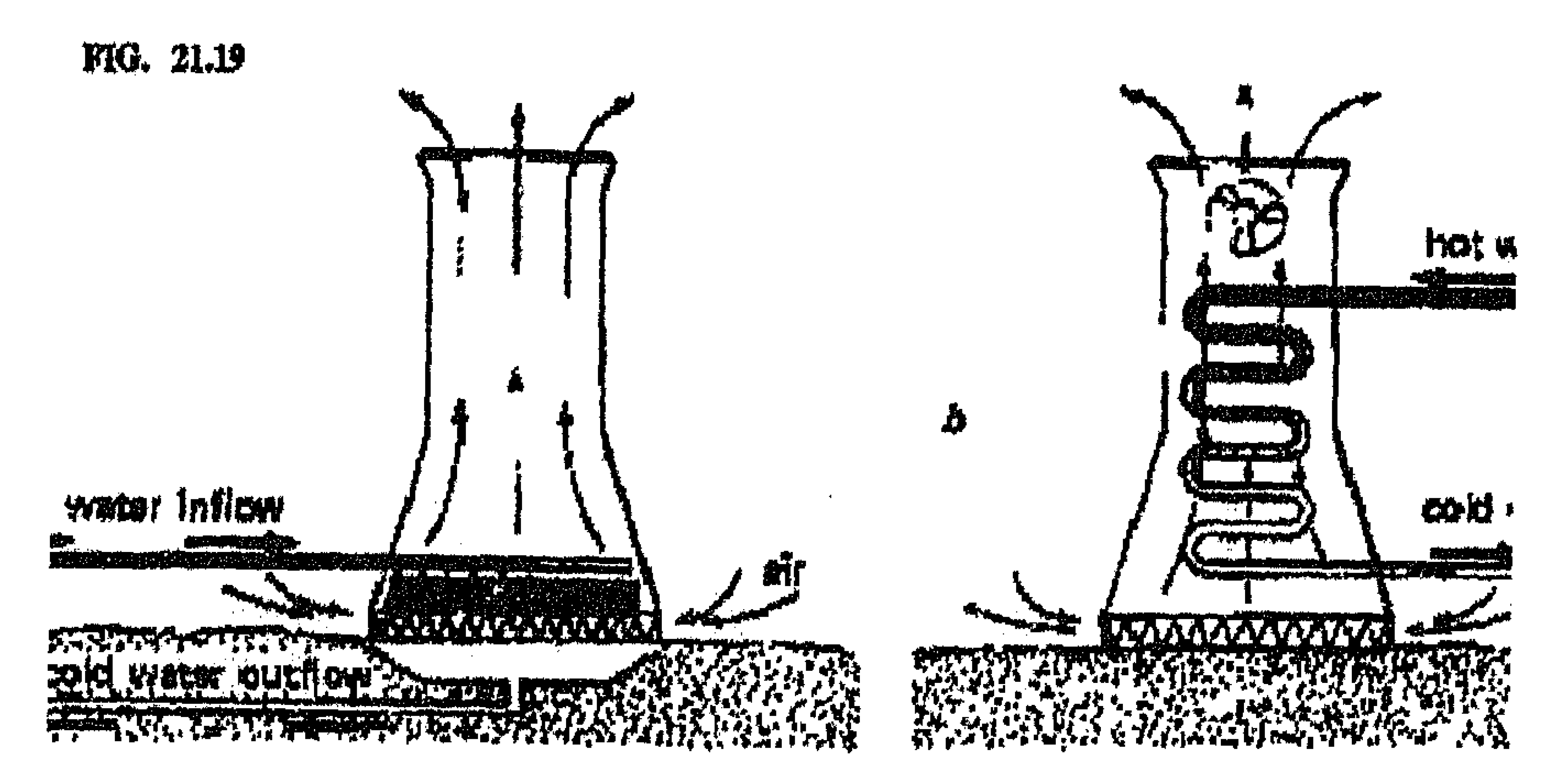


صورة لابراج التبريد الجافة

2- ابراج التبريد الرطبة Wet Cooling Ttower

في ابراج التبريد الرطبة الماء الساخن يتلامس مع تيار هواء مستمر التدفق، والتبخير الذي يحدث لجزء من الماء هو السبب الرئيسي لانخفاض درجة حرارة الماء المراد تبريده. وقد روعي في التصميم زيادة سطح الماء المعرض للتلامس مع الهواء المتدفق لذا فان الماء يتم تكسيره الي قطيرات صغيرة بواسطة فوهات رشاشة او بواسطة حواجز يتحطم فوقها الماء. وتعتمد فكرة التبريد الرطب ان الماء الساخن يسقط ويدخل الهواء الي البرج من الجانبين او من عدة جوانب اخذا معه الحرارة من الماء.

في الابراج الميكانيكية السحب يتم الاستعانة بمروحة لزيادة قوة تدفق الهواء الي داخل البرج، ام في ابراج السحب العادية فانها تصمم كبيرة الحجم وطويلة ويدخل الهواء من اسفل البرج ويمتص الحرارة من الماء وتنخفض كثافته فيرتفع الي أعلي خارجا من اعلي البرج وهذه العملية عملية تدفق مستمرة للهواء لتبريد الماء.



شكل لابراج التبريد الرطبة

6-2-5. التأثيرات البيئية لابراج التبريد

تتعد التأثيرات البيئية لابراج التبريد فهي تؤثر علي المناخ وتسبب بعض الضوضاء، كما انها تسبب التلوث الكيميائي للماء، وسنتناول اهم التأثيرات البيئية لابراج التبريد.

- التأثير على المناخ:

الحرارة والرطوبة المنتقلة والمنبعثة من ابراج التبريد للهواء الجوي يمكن ان تسبب زيادة في معدل سقوط الامطار عن طريق زيادة الحرارة والرطوبة. الي جانب ان التدفقات الصناعية المنبعثة بشدة يمكن ان تختلط بتدفقات ابراج التبريد العالية الرطوبة مما يسبب امطار بها العديد من الجسيمات والملوثات.

- التسبب بحدوث الضوضاء:

هناك ضوضاء مرتفعة غالبا ما تصاحب تشغيل ابراج التبريد لوجود المراوح وحركة الماء والهواء.

- تلوث الماء كيميائيا:

هناك العديد من الكيماويات التي تضاف لابراج التبريد لمنع نمو الكائنات الدقيقة ومنع الصدأ ومنع تكون القشور داخل دورات التبريد. الكلورة والمبيدات

الحيوية (مثل الهيبوكلوريت والكلوروفينول والامينات الثلاثية والمركبات العضوية الكبريتية والثيوسيانات العضوية) هي اكثر المواد الشائعة التي تستخدم لمنع النمو الميكروبي في ابراج التبريد والمكثفات. ويستخدم البولي فوسفات لمنع تكون القشور الكلسية، ويتم اختبار قابلية تسبب ماء التبريد في الصدا باستخدام مواد كيميائية مثل الكرومات والنترات والمولبيدات والفيروسيانات واملاح الزنك والنيكل.

في ظروف التشغيل العادية يزداد تركيز الاملاح الذائبة في ماء التبريد لحدوث التبخير، ومن ثم فان ماء التبريد قد يستبدل من فترة لاخري اذا تجاوزت الاملاح الذائبة الحد المسموح لسلامة التشغيل. والماء الذي تم استبداله يكون محتويا علي نسبة عالية من الاملاح والمواد الصلبة بالاضافة الي احتوءاه علي كثير من كيماويات منع النمو الميكروبي والصدا وموانع تكون القشور مما يجعله ماء ملوثا بالعديد من الملوثات الكيميائية لهذا يجب منع طرحه الي المجاري المائية دون معالجة او اجراء تخفيف شديد لهذه الملوثات.

استخدام الماء الملوث حراريا:

نظرا لان التلوث الحراري عبارة عن كميات كبيرة من الطاقة تضيع هباء في صورة حرارة لذا فهناك بعض الاراء تري انه يجب الاستفادة من هذه طاقة واستخدامها في اغراض مفيدة مثل:

- في الصوب الزجاجية الخضراء عن طريق تدفئتها والاستفادة من الحرارة في الاسراع بنمو النباتات والفواكه والازهار خاصة في الاجواء الباردة وذلك عن طريق امرارا الماء راسيا في الصوبة والتي يمرر خلالها الهواء وتنتقل اليه الحرارة من الماء فتتم تدفئة الصوبة.
- يمكن تدفئة التربة الزراعية وحماية النباتات من قسوة البرودة حيث يمرر الماء الساخن من خلال شبكة تحت ارضية في انابيب قرب جذور النباتات للوصول لدرجة حرارة مناسبة لنمو المحاصيل.

■ نجح العلماء فى استغلال تلك المياه الملوثة حراريا وخاصة التى تم سحبها من المياه العميقة فى أغراض نافعة، وذلك بإلقائها فى أحواض المزارع السمكية حيث يؤدى توافر الغذاء بها والمدى الحرارى الملائم إلى نشاط ملحوظ لمعدلات نمو الذريعة السمكية.

6-3. تلوث قاع البحار بالمخلفات الصلبة كاحد صور التلوث الفيزيقي للماء

من صور التلوث الفيزيقي للماء التلوث بالمخلفات الصلبة بانواعها المختلفة والتي تجد طريقها للماء والبيئة المائية، ومن اهم صور التلوث بالمخلفات الصلبة هي تلوث قاع البحار والمحيطات بالمخلفات الصلبة.

تلوث قاع البحار بالمخلفات الصلبة[*]

تُعد المخلفات الصلبة (Solid waste) من المشكلات الرئيسة التي تعاني منها المجتمعات الحضرية في الوقت الحاضر، ولها تأثيرات وانعكاسات محلية في أغلب الأحيان. ولذلك اهتمت الكثير من الدراسات العلمية بعلاج هذه المشكلة، ووضعت السياسات المستدامة لإدارة هذه المخلفات الصلبة بأسلوب بيئي متكامل وصحي سليمين، ومعظم هذه الدراسات ركزت على المخلفات الصلبة الناجمة عن الأنشطة البشرية من مصادرها المختلفة، مثل المنازل والمحلات التجارية والمطاعم والشركات الصناعية، وتأثير هذه المخلفات على التربة والمناطق البرية وصحة الأنسان.

الا انه لوحظ في السنوات الاخيرة ازدياد كميات المخلفات الصلبة في قاع البحار والمحيطات نتيجة ازدياد النشاط الأنساني وبخاصة النشاط الصناعي.

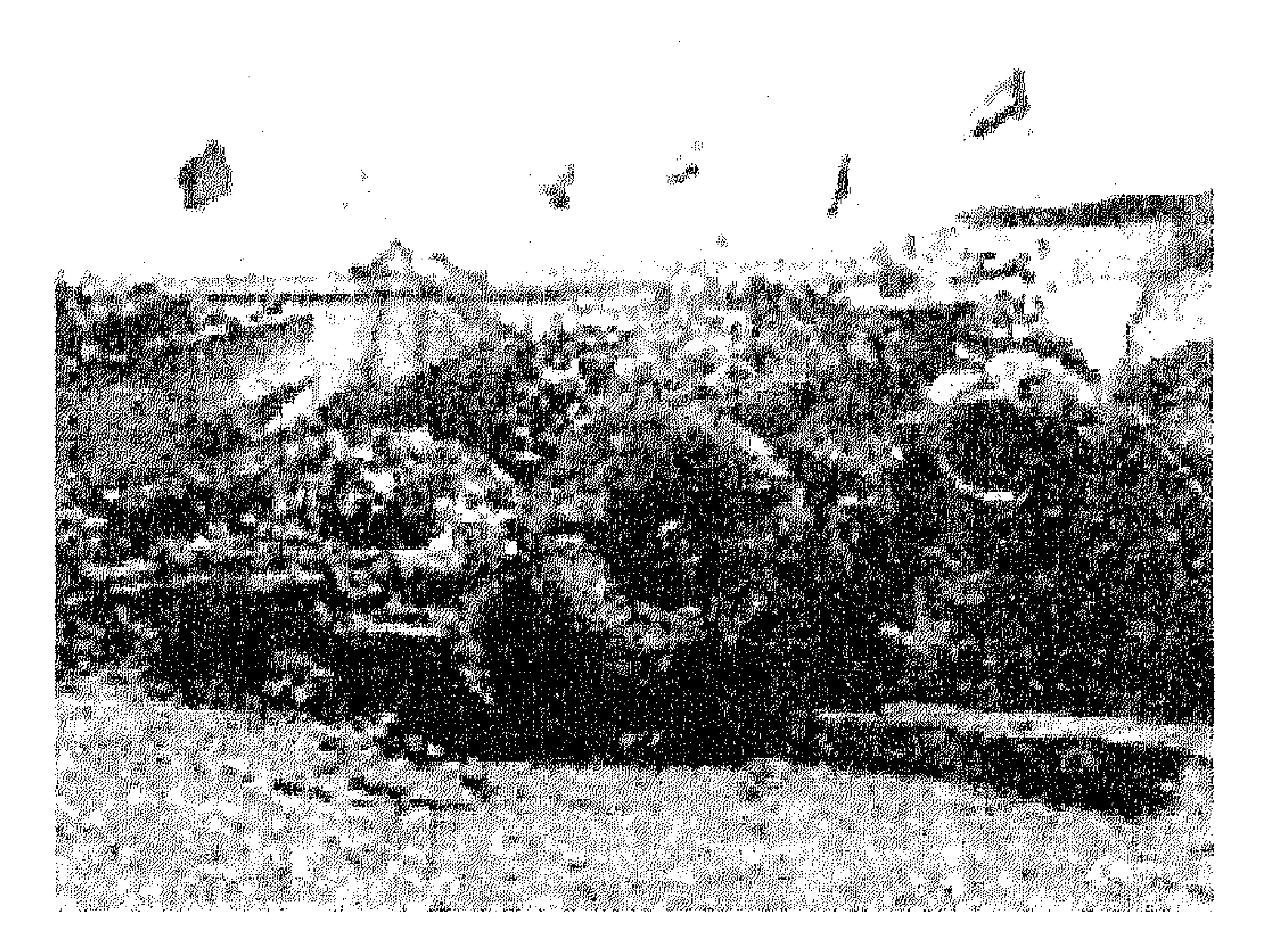
وهناك العديد من المصادر التي تسبب تلوث قاع البحر بالمخلفات الصلبة، منها المخلفات الصلبة التي تلقي على الساحل فتتحرك عن طريق التيارات المائية

---

[*] مركز الامارات للمعلومات الزراعية وزارة البيئة والمياه.

والرياح فتترسب في قاع البحر مع الزمن، ومنها المخلفات التي يلقيها الصيادون ومرتادو البحر بشكل عام، ومنها المخلفات التي تلقيها السفن أثناء وجودها في البحر.

وهذه المخلفات الصلبة التي تترسب في نهاية المطاف في قاع البحر لا توجد عنها معلومات دقيقة وعلمية، من حيث كميتها ونوعيتها. مما يعني الحاجة الماسة إلى إجراء دراسات ميدانية للتعرف عليها.



صورة لبعض المخلفات الصلبة المستخرجة من قاع البحر

وهناك العديد من الطرق المستعملة للتخلص من المخلفات الصلبة، مثل الحرق (Incineration)، أو تحويل المكونات القابلة للتحلل الحيوي إلى مواد مخصبة للتربة (Compost)، أو غاز الميثان المستخدم كوقود (البيوجاز)، أو استرجاع وتدوير بعض مكونات هذه المخلفات، ومن أكثر الطرق شيوعاً للتخلص من المخلفات الصلبة هو دفنها في مناطق مخصصة لهذا الغرض، تُعرف بعملية الدفن الصحي، أو الطمر. (Landfill)

ولكن في الوقت نفسه نجد أن هناك نقصاً في الاهتمام بالنسبة للمخلفات الصلبة الموجودة في قاع البحر، والتي عادةً ما تُنسى هناك وكأنها وصلت إلى مثواها الأخير، فتلوث البيئة البحرية وتؤثر على نوعية مياه البحر، وتنعكس سلبياً على الكائنات والأحياء البحرية والطيور المائية، وتؤدي إلى هلاكها في الكثير من الأحيان.

فالمخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل البيولوجي بشكل خاص (Nonbiodegradable)، والتي لها القدرة على الثبات، قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر تتعرض لها الطيور الخواضة فتموت فيها، أو أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها، إضافة إلى التأثيرات المباشرة لهذه المخلفات البلاستيكية على محركات القوارب والسفن في البحر، وتشويه المنظر الجمالي العام للبيئة البحرية السطحية والقاعية.

وقد أشارت بعض الدراسات أن المخلفات البلاستيكية تمثل نحو 50% من مجموع المخلفات الصلبة على سواحل البحر، كما يقدر مجموع الطيور البحرية التي تموت بسبب هذه المخلفات البلاستيكية بمليون طائر سنوياً على المستوى العالمي، ومائة ألف من الكائنات البحرية الفطرية، كما أشارت دراسة أجريت في الجزء الشرقي من قاع البحر الأبيض المتوسط أن المخلفات البلاستيكية تشكل أكثر من 63% من مجموع المخلفات الموجودة في قاع البحر، وهذا النوع من المخلفات في ازدياد مضطرد بسبب ارتفاع المواد المصنوعة من البلاستيك حالياً، واستخدام البلاستيك كبديل للكثير من المواد التقليدية التي كانت تستخدم سابقاً في الصناعة وفي الأدوات والمستلزمات المنزلية.

ذلك أكدت دراسة أجريت على نوع واحد من السلاحف البحرية تعرف بالسلحفاة ذات الرأس الكبير (Loggerhead, Caretta caretta)، التي تعيش في الجزء الغربي من البحر الأبيض المتوسط على أن الجهاز الهضمي لعدد من

السلاحف بلغ 43 سلحفاة، مملوء بالمخلفات البحرية الصلبة، وأن 75.9% من المخلفات كانت مواد بلاستيكية، والباقي شباك الصيد وأخشاب وأوراق وريش. كما أشارت هذه الدراسة إلى أن هناك علاقة مباشرة بين كمية المخلفات في الجهاز الهضمي لهذه السلاحف وحجمها، وهذه الدراسة تؤكد خطورة المخلفات البحرية على السلاحف بوجه خاص، والحياة الفطرية البحرية بشكل عام.

وعلاوة على ذلك، فإن هناك دراسة أجريت على الأنظمة البيئية للشعاب المرجانية في الجزء الشمالي الغربي من جزر هاوي حول المخلفات الصلبة في هذه المناطق وتأثيرها على الشعاب المرجانية، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن:

1. هذه المخلفات الصلبة، وبالتحديد المواد البلاستيكية المتمثلة في شباك وخيوط الصيد البلاستيكية المهجورة، تقتل عجل البحر المهدد بالانقراض (Hawaiian monk seal Monachus schauinslandi)، والذي يعيش في تلك المنطقة، ويهدد الشعاب المرجانية والحياة الفطرية البحرية بالخطر.

وبناء على هذه الدراسات الميدانية، ونتيجة للتأثيرات الكبيرة لهذه المخلفات على الحياة الفطرية البحرية (Marine wildlife)، وبخاصة المخلفات البلاستيكية، سن الكونجرس الأمريكي في عام 1987 قانوناً حول البحث والتحكم في التلوث البحري بالبلاستيك في المياه الأمريكية.

ولذلك أجريت عدة دراسات للتعرف على واقع المخلفات الصلبة في بعض المناطق في المياه الإقليمية لبعض الدول من حيث كميتها ونوعيتها كما هدفت الدراسات إلى تعزيز وتعميق الوعي لدى المستثمرين وكافة الناس بضرورة إدارة هذه المخلفات بطريقة سليمة والاهتمام بالبيئة البحرية بشكل عام والثروات الفطرية الغنية التي تعيش تحت ظلها.

2. وقد خلصت الدراسات إلى العديد من الاستنتاجات، منها ما يلي:

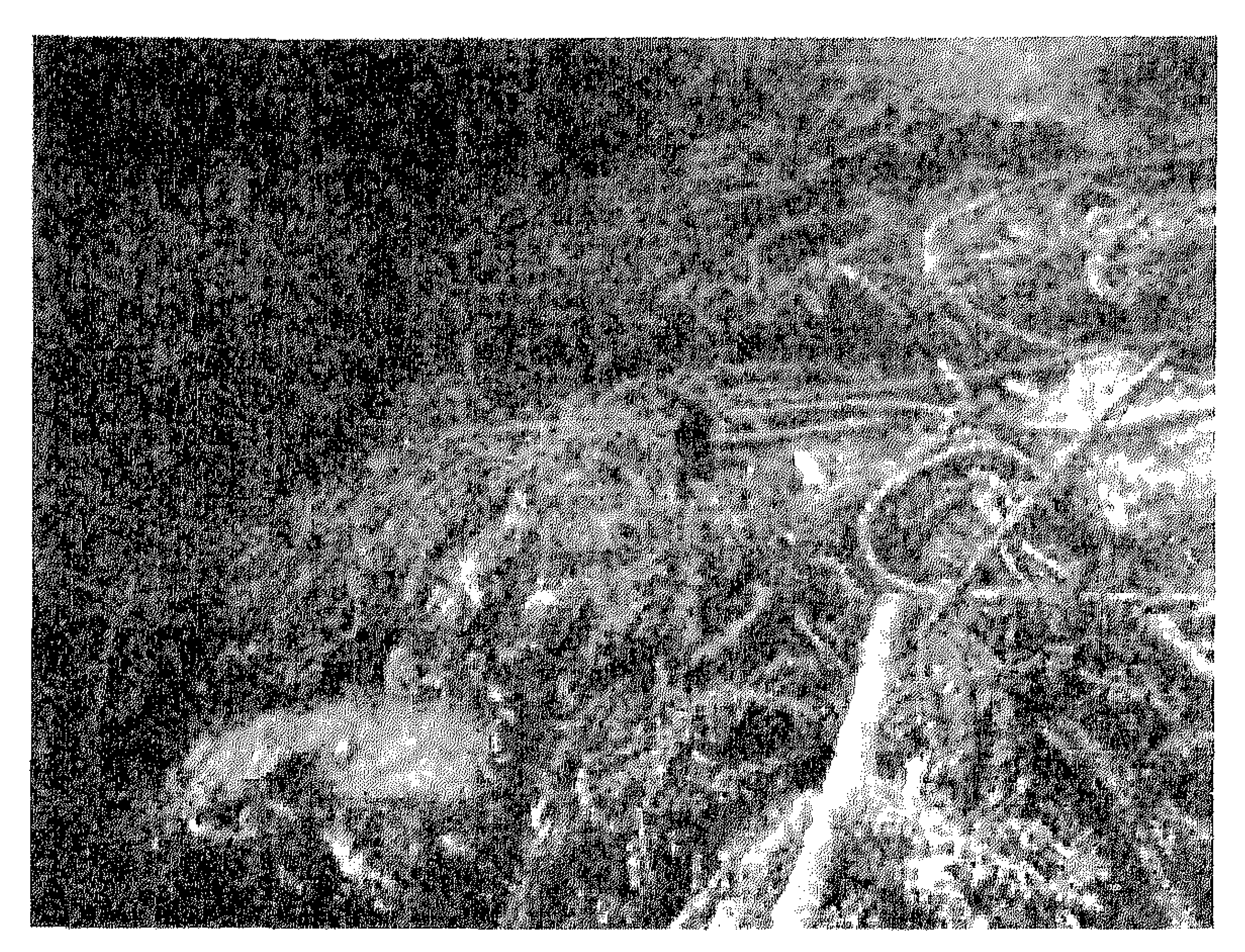
- أن هناك كميات كبيرة من المخلفات الصلبة الموجودة في قاع البحر في مختلف المواقع البحرية التي تمت دراستها، مما يشير إلى أهمية العناية بقاع البحر، وسن التشريعات اللازمة لحمايته، وتنفيذ هذه التشريعات بحزم وجدية. والجدير بالذكر أن هذه الكميات لم تشمل المخلفات الصلبة الثقيلة والكبيرة التي كانت جاثمة في قاع البحر، والتي لا يتمكن إزالتها.

- جاءت المخلفات البلاستيكية في المرتبة الأولى مقارنة بالمخلفات المعدنية والزجاجية والخشبية، وهذا يؤكد الضرر الناجم على الحياة الفطرية البحرية من هذه المخلفات، حيث إن المخلفات البلاستيكية تعرف بأنها ثابتة وغير قابلة للتحلل وتبقى سنوات طويلة في قاع البحر دون أن يطرأ عليها أي تغيير.

ومن الملاحظ انخفاض نسبة المخلفات الخشبية الصلبة، مقارنة بالأنواع الأخرى من المخلفات، ويعزي ذلك إلى أن المخلفات الخشبية عادة ما تطفو فوق سطح البحر فتحركها التيارات المائية والرياح تنقلها إلى الشواطئ، ولذلك نجد أن المخلفات الخشبية تزيد عند السواحل البحرية.

وكذلك الكثير من الشعاب المرجانية تأثرت بشكل مباشر بسبب أنشطة بعض الصيادين اللامبالية واللامسئولية والمتمثلة في سحب الشباك والباورات الحديدية مما أدت إلى كسرها وتدميرها، كما أن عمليات الصيد بشباك الجر غير التقليدية أثرت بشكل مباشر ومدمر على البيئة القاعية فحولت بعض المواقع إلى صحراء مائية مقفهرة لا حياة فيها.

وكما أشارت الدراسات إلى وجود كميات ضخمة من المخلفات الصلبة الثقيلة والكبيرة الحجم والتي لم يستطع الغواصون حملها وإزالتها من قاع البحر وهذا نوع آخر من المخلفات الصلبة التي تحتاج إلى إدارة خاصة ودراسة مستفيضة للتعرف عليها كمياً ونوعياً.



صورة تبين أنواع المخلفات الصلبة في قاع البحر التي جمعت في بعض المناطق في المياه الإقليمية لبعض الدول.

وكما يبين الجدول التالي جدول رقم (6-3) مجموع وكميات المخلفات الصلبة التي جمعت من قاع البحر المياه الإقليمية لإحدى دول الخليج العربي.

أنواع المخلفات التى جمعت من قاع البحر

الرقم	النوع
1	خيوط بلاستيكية
2	حبال من القماش
3	عبوات زجاجية
4	قراقير (أداة للصيد) مهجر
5	قفازات
6	قضبان حديدية
7	إطارات سيارات
8	عبوات بلاستيكية
9	مرساة للسفن
10	دلة شاي

أنواع المخلفات التى جمعت من قاع البحر

الرقم	النوع
11	علب معدنية
12	أقمشة
13	علب ألمونيوم
14	مخلفات بناء (طابوق)
15	أحذية
16	قدور طبخ
17	شوك ومعالق بلاستيكية
18	أكياس بلاستيكية
19	صناديق خشبية
20	ألواح خشبية
21	شباك حديدية
22	أكياس طحين
23	حبال بلاستيكية
24	أكياس ورق
25	موازين

مجموع المخلفات التي جمعت من قاع البحر من المياة الاقليمية احدى دول الخليج:

جدول 6-4

النوع	الكمية (كجم)	النسبة المئوية
زجاج	511	%44
بلاستيك	482	%42
معادن	103	%9
أخشاب	54	%5
المجموع	1150	%100

6-3-1. الاجراءات المفروض اتباعها لحماية البحار من خطر التلوث بالمخلفات الصلبة

- الاهتمام بالبيئة البحرية بشكل عام، مع التركيز على منع رمي المخلفات الصلبة، تعزيز الوعي الشعبي من خلال حملات التوعية في وسائل الإعلام المختلفة بعدم قذف المخلفات الصلبة في قاع البحر من قبل الصيادين ومرتادي البحر بشكل عام، وحثهم على جمع المخلفات في قواربهم وسفنهم والتخلص منها بعد وصولهم إلى البر.
- ضبط ومعاقبة المخالفين للقوانين والأنظمة المتعلقة بحماية البيئة البحرية بشكل عام، ورمي المخلفات الصلبة بشكل خاص.
- إجراء دراسات لمعرفة تأثير المخلفات الصلبة على الأنظمة البيئية البحرية والحياة الفطرية فيها.
- القيام بدراسات ميدانية أخرى لتنظيف قاع البحر من المخلفات الصلبة الثقيلة والكبيرة.
- دعوة الجهات المختصة في الدول، كالهيئات الوطنية لحماية الحياة الفطرية، وهيئات البيئة ووزارات الزراعة والثروة السمكية والبلديات لإعلان لمناطق معينة كمحميات طبيعية يقنن فيها الصيد، والوسائل المستخدمة لذلك.
- إقامة عوائم بحرية صناعية في المناطق المعروفة للغوص وصيد الأسماك حتى لا يتم كسر الشعاب المرجانية بسبب رمي مراسي القوارب والسفن.

بعض المواقع البحرية التي تمت دراستها تتميز ببيئة صافية ونقية وخالية من الملوثات كما أن الشعاب المرجانية الموجودة فيها مازالت حية وجميلة واستقطبت أنواعاً كبيرة ومتنوعة من الأسماك وغيرها من الكائنات البحرية مما يؤكد أهمية حمايتها والمحافظة عليها من الممارسات الخاطئة.

الفصل السابع

حماية للمياه من التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي

7-1. حماية المياه من التلوث

7-2.تحديد برامج لإزالة التلوث من المياه

7-3. الجهود المبذولة للحد من التلوث المائي

7-4.امثلة لطرق حماية المياه والبيئة المائية من التلوث

أ- تأمين معالجة وتنقية الماء النقي

ب- الادارة السليمة للمخلفات الصلبة

ت- التخلص من المخلفات السائلة

ث- تنقية مياه الصرف الصناعية

ج- التحكم في تلوث المياه الجوفية

ح- التخلص من الزيوت الملوثة لمياه البحار.

خ- التخلص من الطحالب والنباتات المائية الملوثة لمياه الأنهار بالوسائل الميكانيكية.

الفصل السابع

حماية للمياه من التدهور والتلوث الكيميائي والفيزيقي

7-1. حماية المياه من التلوث

لكي لا تكون المياه سبباً في الأمراض، وتدهور الحياة على سطح الأرض، فلا بد من حمايتها من التلوث بجميع أنواعه. ومن أهم سبل حماية المياه من التلوث، تأمين الماء النقي، لجميع الناس بشكل كافٍ، وسن القوانين والتشريعات لحماية المياه الطبيعية، ومعالجة المخلفات البشرية والصناعية السائلة قبل صرفها للمسطحات المائية.

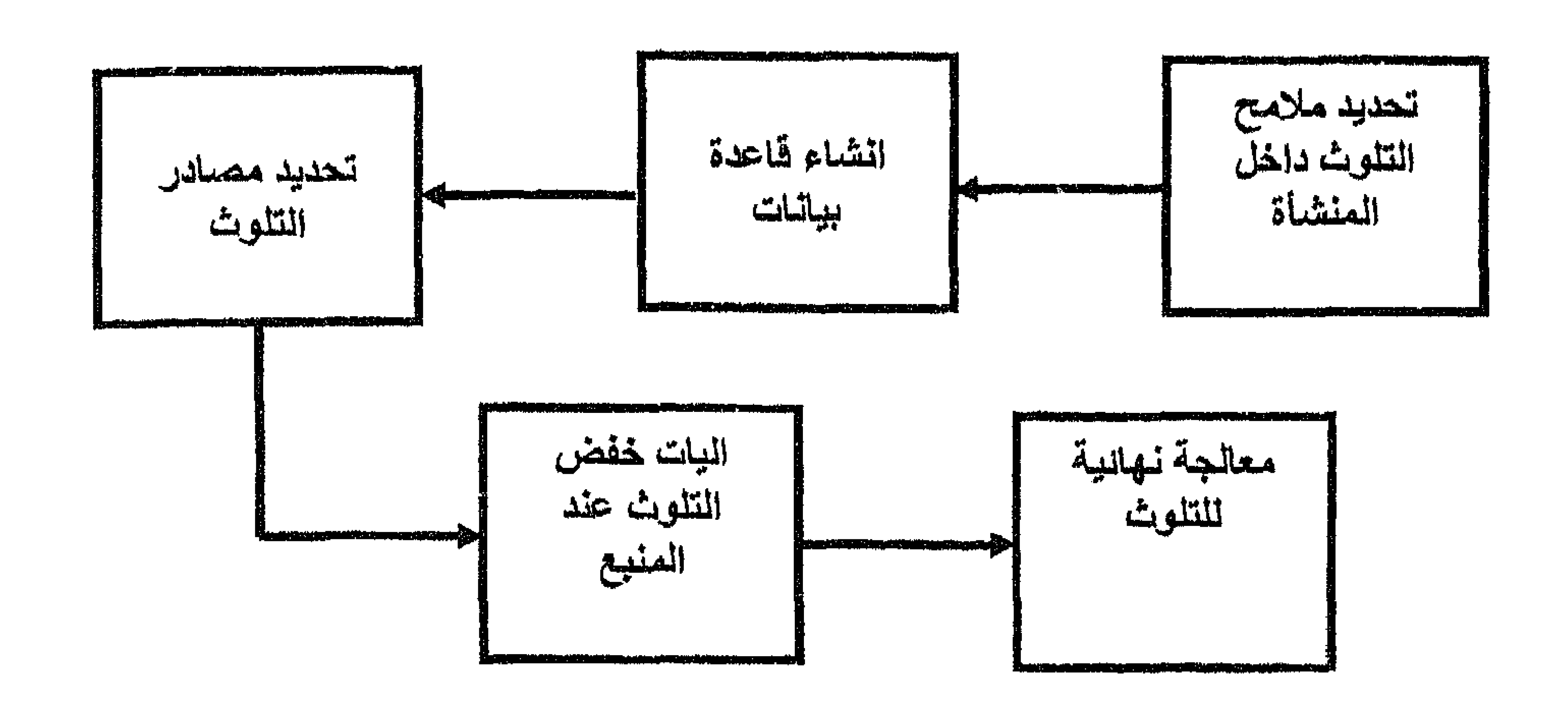
ولحماية الماء من التلوث هناك عدة وسائل واساليب يمكن استعمالها مثل:

- معالجة مياه المجاري قبل تصريفها الى المسطحات المائية.
- استعمال الوسائل الميكانيكية لتجميع النفط الطافي فوق المسطحات المائية.
- تطهير المياه قبل شربها باستعمال الاوزون او الكلور أو الاشعة فوق البنفسجية.
- التخلص من الطحالب والنباتات المائية الملوثة لمياه الانهار والسدود وذلك بالوسائل الميكانيكية.
- معالجة مخلفات المصانع قبل تسربها الى المسطحات المائية.

غير ان الطريقة المثلى لحماية الماء من التلوث هي: تجنب القاء الملوثات بكافة اشكالها في الماء، ولا شك ان المحافظة على نقاء الماء وعدم تلوثه هي اساس المحافظة على الحياة بأشكالها المختلفة لأن الماء اصل الحياة.

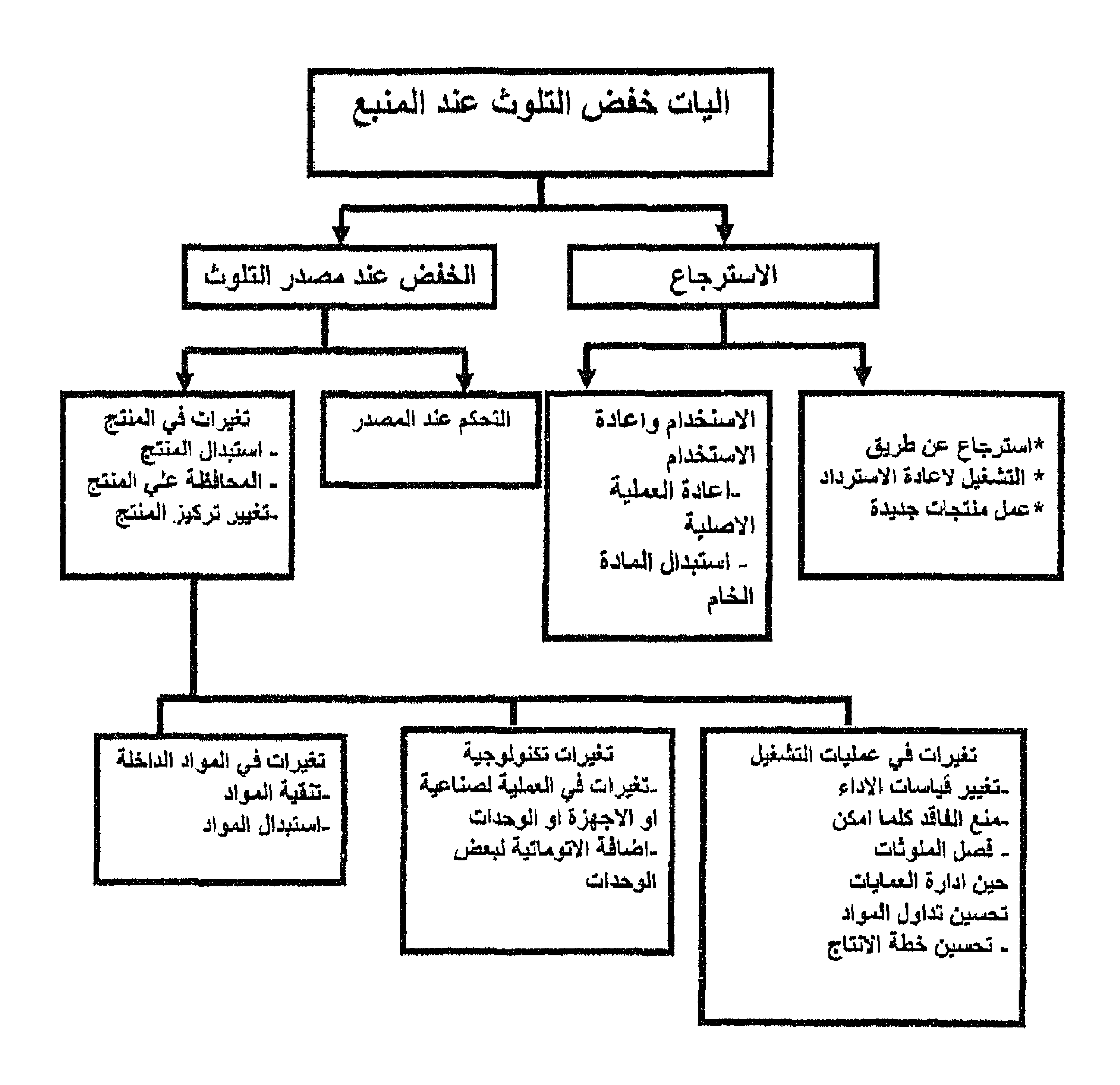
منظومة مكافحة التلوث:

تعتمد منظومة مكافحة التلوث علي مجموعة من العناصر الهامة مثل تحديد مصادر التلوث وانشاء قاعدة بيانات ويبين الشكل التالي منهج منظومة مكافحة التلوث.



وتتلخص تلك المنظومة في الخطوات التالية:

- تحديد مصادر التلوث للماء الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية
- انشاء قاعدة بيانات كاملة لمصادر ونوعية الملوثات واماكنها وتراكيزاتها بالتفصيل خلال الجسم المائي.
- بالنسبة للمنشأت الصناعية التي تصرف ملوثاتها في المياه فانه يتم تحديد ملامح التلوث داخل المنشأة لمعرفة طبيعة الملوثات الناتجة عنها , وتحديد كيفية الحد منها.
- اليات خفض التلوث عند المنبع في المنشأة وتطبيقها كما يوضح الشكل التالي.
- معالجة نهائية للتلوث في حالة وصول الملوثات للجسم المائي.



اما الاجراءات الوقائية لتلافي حدوث التلوث فتتمثل في:

- تحديد برامج لإزالة التلوث
- دراسة التلوث الطارئ

7-2. تحديد برامج لازالة التلوث من المياه

من اهم طرق حماية المياه والبيئة المائية من التلوث تحديد بـرامج لازالـة التلوث من المياه علي المستويات المختلفة، فيتم تحديد ذلك علي المستويات الاتية:

◊ على مستوى الأنشطة الصناعية
◊ على مستوى الصرف الصحي المنزلي
◊ على مستوى الأنشطة المنجمية
◊ على مستوى النفايات الصلبة
◊ على مستوى الأنشطة الزراعية

اولا – على مستوى الأنشطة الصناعية:

يجب تطبيق برامج محددة في مناطق محددة تغطي مجموع مساحة الدولة وترمي إلى تقنين الصرف وتحديد الأهداف النوعية، وإرغام أرباب الصناعات على إنجاز تحليلات وتقارير دورية حول النفايات السائلة الناجمة عن أنشطتهم الصناعية.

ثانيا – على مستوى الصرف الصحي المنزلي:

يجب تكييف الحلول التقنية الخاصة بمشاكل الصرف الصحي المنزلي، مع تبني أنظمة للمعالجة الطبيعية من الحجم الكبير والصغير (الترسيب، أنظمة المعالجة بالتراب، إلخ)، وبالتالي فهي حلول اقتصادية تتطلب صيانة أقل.

ثالثا – على مستوى الأنشطة المنجمية:

من أجل فهم أفضل للوضع، يمكن اقتراح إجراء دراسة مفصلة حول تأثير الصناعة المنجمية على جودة الماء، بالنسبة للدول التي تعرف تطوراً كبيراً في مجال النشاط المنجمي.

رابعا – على مستوى النفايات الصلبة:

بالنسبة للدول التي لا تتوفر على مصبات النفايات تحت المراقبة أو أنظمة لمعالجة النفايات الصلبة، ومن أجل التخفيف من تأثير النفايات الصلبة على جودة الماء، ينصح بإجراء دراسات تقنية حول أهم مواقع التفريغ الموجودة أو المبرمجة.

خامسا – على مستوى الأنشطة الزراعية:

يجب تحديد مناطق حماية المياه الجوفية بشكل دقيق وتقنينها، وهو الأمر الذي يستدعي إجراء دراسات خاصة حول انتشار التلوث وأثره على جودة الموارد المائية قبل أي اقتراح أو صياغة لبرامج مناسبة تعنى بإزالة التلوث.

دراسة التلوث الطارئ للماء:

يشكل التلوث الطارئ خطراً كبيراً على جودة الموارد المائية، سطحية كانت أو جوفية، ويطلب هذا النوع من التلوث وسائل خاصة لتخفيف أثره على المـوارد المائية.

يمكن التمييز بين أربعة أنواع من التلوث الطارئ:

* حوادث النقل.
* الحوادث المنزلية (أعطاب محطات معالجة المياه المستعملة)؛
* الحوادث الصناعية (الرمي الخاطئ للنفايات الصناعية).
* الحوادث المتعلقة بنقل وتخزين المواد الخطيرة.

تهدف دراسة التلوث الطارئ على مستوى كل دولة إلى:

* تحديد الاحتياجات من المعلومات اللازمة لصـياغة برنـامج وطنـي لمراقبـة التدفقات.
* توفير لمحة تاريخية عن حالات التلوث الطارئ السابقة.
* فحص الحالة العامة لنقل المواد الخطيرة والحوادث التي تنجم عنها.
* جرد للمواد الكيميائية التي يتم نقلها عبر الدول.

إن حوادث التلوث الطارئ أمر وارد، غير أنه من الممكن اتخاذ بعض التدابير الوقائية للحيلولة دون تكرارها، وأيضاً للاستعداد للحوادث التي قد تقع لاحقاً. هكذا، فمن شأن تحديد المعطيات والوثائق المتعلقة بالتلوث الطارئ، أن يساعد في وضع قاعدة للمعطيات لاستخدامها، وبلورة برنامج وطني لمواجهة هذا النوع من التلوث. وستستعمل قاعدة المعلومات هذه في:

* تقييم أخطار التلوث الطارئ الناتج عن مواد كيميائية محددة.
* تحديد المناطق الأكثر عرضة للخطر، مع تحديد نسبة احتمال وقـوع حـوادث التلوث الطارئ.

* تحديد الخصائص الأساسية للأوضاع المؤدية للتلوث الطارئ.

* تحديد حاجيات الإصلاح القانوني والمؤسساتي.

7-3. الجهود العلمية والمؤسسية المبذولة للحد من التلوث المائي

هناك العديد من الجهود العلمية والمؤسسية المبذولة للحد من التلوث المائي من اهمها:

- الجهود العلمية للعلماء والمهندسين ومتخصصي البيئة
- جهود المؤسسات والمصانع
- الجهود في مجال الزراعة
- جهود المنظمات البيئية
- جهود الأفراد

1. الجهود العلمية للعلماء والمهندسين ومتخصصي البيئة:

دفع الاهتمام الواسع بالبيئة العلماء والمهندسين إلى البحث عن الحلول التقنية لهذه المسألة. فبعض الأبحاث تحاول إيجاد طرق للتخلص من التلوث أو تدبيره، وبعضها الآخر يهدف إلى منعه. ويعمل العديد من الباحثين الصناعيين على إيجاد المزيد من الطرق الاقتصادية لاستخدام الوقود والمواد الخام الأخرى. ونتيجة لهذه الأبحاث تستخدم بعض المدن الأوروبية حاليًا حرارة المخلفات الناتجة عن محطات القدرة ومحارق النفايات، في تدفئة البيوت. وتحرق المحركات الحديثة الوقود بطريقة أنظف وأكثر فعالية من المركبات القديمة. كما طور بعض الباحثين سيارات تستخدم وقودًا نظيف الاشتعال مثل الميثانول (وهو مادة كحولية) والغاز الطبيعي. وتستخدم بعض السيارات في البرازيل نوعًا آخر من الكحولات، وهو الإيثانول وقودًا. ويعكف العلماء أيضًا على تطوير سيارات تعمل بغاز الهيدروجين، وهو غاز لا يُصدر أي تلوث إذا ما اشتعل.

ويبحث العلماء والمهندسون في طرق لتوليد الطاقة الكهربائية بتكلفة أقل من الموارد المتجددة مثل الرياح والشمس، والتي قلما نتج عنها أي تلوث. وتزود حقول واسعة من طواحين الهواء، تسمى مزارع الريح العديد من الأقطار بالكهرباء، حيث تُحوّل نبائط تسمى الخلايا الفولتية الضوئية أشعة الشمس مباشرة إلى الكهرباء. ففي مدينة ساكرامنتو بكاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية تنتج محطة قدرة فولتية ضوئية تكفي لإنارة ألف منزل.

2. جهود المؤسسات والمصانع:

اكتشفت العديد من الشركات أن الحد من التلوث أمر مطلوب من المنظور التجاري. فقد وجد بعضها أن الحد من التلوث يحسّن صورتها لدى الجماهير كما أنه يوفر المال. وطور آخرون منتجات أو وسائل لا تشكل خطورة على البيئة، وذلك سعيًا لكسب رضى المستهلكين، كما طور البعض الآخر أنظمة لمكافحة التلوث لاعتقادها بأن القوانين سترغمهم على فعل ذلك، آجلاً أو عاجلاً. وتحد بعض الشركات من التلوث لأن القائمين على هذه الشركات آثروا أن يفعلوا ذلك.

لقد كان التخلص من المخلفات في الماضي رخيصًا نسبيًا لمعظم المؤسسات. أما اليوم فإن المواقع المصرح بها للتخلص من النفايات أضحت نادرة، وزادت تكاليف استخدامها. ونتيجة لذلك ابتدعت العديد من المؤسسات طرقًا لإنتاج أقل قدر ممكن من المخلفات. فمثلاً قد يستخدم المصنعون حدًا أدنى من التغليف، ومواد تغليفية يمكن إعادة تدويرها، إذ كلما خفّ التغليف قلّ استهلاك موزعي المنتجات للوقود، وقلّ ما يلقي به المستهلكون من التغليف في النفايات.

وتتخصص العديد من المؤسسات في أنواع مختلفة من وسائل إدارة التلوث. ويتوقع لأعمال الحد من التلوث، أو القضاء عليه، أن تكون واحدة من أسرع الصناعات المستقبلية نموًا. فمثلاً، طورت بعض مؤسسات إدارة التلوث نبائط للتخلص من الهبائيات الضارة المنطلقة من المداخن. فالهبائيات يمكن احتجازها

باستخدام المرشحات، أو المصائد التي تستخدم الكهرباء الساكنة، أو نبائط تسمى المغسالات، تغسل الهبائيات عن طريق الرش بالكيميائيات. وتساعد مؤسسات أخري الشركات في تنفيذ الأوامر الحكومية من أجل التخلص من التلوث. وتدير بعض المؤسسات برامج إعادة التدوير وحفظ الطاقة. كما تساعد بعض المؤسسات الأخرى في تطوير عمليات تقلل من الملوثات.

وبصرف النظر عن السبب والكيفية التي بدأت فيها الصناعات في التخلص من الملوثات، فإنها عملية بطيئة وباهظة التكاليف. وتعتمد العديد من المؤسسات على أرخص طرق الإنتاج المتاحة، حتى لو كانت هذه الطرق تحمل التلوث في طياتها. فمحطات القدرة، على سبيل المثال، تحرق عادة الزيت والفحم لتوليد الكهرباء، نظرًا لكونها أكثر الطرق ملاءمة من الناحية الاقتصادية. ويستخدم المصنعون الكادميوم والرصاص والزئبق في صناعة البطاريات، لأن هذه الفلزات، على الرغم من سميَّتها، تحسن كفاءة البطاريات. وعندما تضاف تكلفة التخلص من التلوث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى تكاليف التصنيع، يتضح أن الطرق قليلة التلوث هي الأفضل من الناحية الاقتصادية.

إجراءات الحد من التلوث في المجال الصناعي:

إن إجراءات الحد من التلوث تعتبر من الأعمال المؤثرة في التكاليف فهي تؤدي إلى ترشيد كميات المواد المفقودة وتقلل من استخـــدام تكنولوجيا خاصـــة بمعالجـــة المخرجات النهائية (end-of-pipe). من خفض التكلفة كما تؤدي هذه الإجراءات إلى خفض استهلاك للطاقـــة والميـــاه والكيماويـــات وغيرها من المدخلات.

تعتمد إجراءات الحد من التلوث على محاور ثلاث هامة:

- إدخال تعديلات في المنشأة (in-plant modifications) بغرض خفض تركيز المواد الملوثة في مياه الصرف عن طريق استرجاع هذه المواد، أو فصل/ دمج

خطوط الصرف من الوحدات الإنتاجية المختلفة أو خفض معدلات تدفق وسريان مياه الصرف التي تحتاج للمعالجة بغرض تحسين أداء محطات معالجة الصرف السائل.

- إدخال التعديلات المناسبة على العمليات الإنتاجية (in-process modifications) مثل استخدام تقنيات حديثة، وإيجاد بدائل للمواد الخام أو للمواد الخطرة، وزيادة كفاءة التشغيل وكفاءة نظم التحكم.
- إجراءات المعالجة النهائية (نهاية الأنبوب End-of-pipe) التي تتضمن معالجة الملوثات أو فصلها للتخلص منها. وعلى العكس من الإجراءات السابقة فإن إجراءات معالجة المخرجات لا تعود بأية فائدة اقتصادية على المنشأة، وإنما تتخذ فقط لتحقيق الالتزام بالقوانين البيئية.

ويمكن تقسيم إجراءات الحد من التلوث المتبعة في كثير من المنشآت الصناعية إلى سبع مجموعات عامة هي:

◊ تخطيط عمليات الإنتاج وتعاقبها.
◊ تعديل المعدات والعمليات.
◊ استبدال المواد الخام.
◊ منع الفاقد والإدارة الداخلية.
◊ فصل المخلفات (Waste Segregation)
◊ التدوير (Recycling).
◊ التدريب والاشراف.

3. الجهود في مجال الزراعة:

يطور العلماء والمزارعون طرقًا لتنمية الغذاء تتطلب القليل من الأسمدة والمبيدات. ويستخدم الكثير من المزارعين الدورات الزراعية، أي المناوبة بين المحاصيل من سنة لأخرى، لتقليل الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. فالمناوبة بين

الذرة والقمح والمحاصيل الأخرى والبقول، كالفصفصة وفول الصويا، تساعد في تعويض النيتروجين المفقود من التربة. وتساعد الدورات الزراعية أيضًا في مكافحة الآفات والأمراض الزراعية. ويستخدم بعض المزارعين خليط التسميد والأسمدة الأخرى التي لاتضر التربة. وبدلاً من رش المحاصيل بالمبيدات الضارة يكافح بعض المزارعين الحشرات بإطلاق أنواع من البكتيريا أو الحشرات الأخرى التي تفترس هذه الآفات. ويعكف العلماء على تطوير نباتات مهندسة وراثيًا، تقاوم الآفات الزراعية.

ويسمى استخدام الدورات الزراعية واستخدام الأعداء الطبيعيين للآفات معًا المكافحة الطبيعية للآفات. ويطلق على التجميع بين الاستخدام المحدود للمبيدات الحشرية الكيميائية والمكافحة الطبيعية الإدارة المتكاملة لمكافحة التلوث للآفات. ويستخدم الذين يلجأون إلى هذا النوع من المكافحة كميات قليلة من المبيدات الكيميائية، وحتى هذه الكميات القليلة لا يستخدمونها إلا إذا رأوا أنهم سيحصلون على نتائج جيدة.

4. جهود المنظمات البيئية:

تساعد في مكافحة التلوث عن طريق محاولة التأثير على المشرّعين وانتخاب القادة السياسيين الذين يولون اهتمامًا بالبيئة. وتقوم بعض الجماعات بجمع الأموال لشراء الأراضي وحمايتها من الاستغلال. وتدرس جماعات أخرى تأثيرات التلوث على البيئة، وتطور نظمًا لإدارة ومنع التلوث، وتستخدم ما توصلت إليه من نتائج لإقناع الحكومات والصناعات بالعمل على منع التلوث أو الحد منه. وتقوم المنظمات البيئية أيضًا بنشر المجلات والمواد الأخرى لإقناع الناس بضرورة منع التلوث. وتقف جماعة السلام الأخضر وأصدقاء الأرض في طليعة هؤلاء الناشطين.

وقد تشكلت أحزاب سياسية تمثل الاهتمامات البيئية في العديد من الدول الصناعية. ولهذه المنظمات – والتي تعرف بأحزاب الخُضْر – تأثير متنام على السياسات الحكومية تجاه البيئة. ومن الدول التي توجد فيها مثل هذه الأحزاب أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلندا وأسبانيا والسويد.

5. جهود الأفراد:

يعد حفظ الطاقة من أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يتبعها للحد من التلوث. فحفظ الطاقة يحدّ من التلوث الهوائي الناجم عن محطات القدرة. وقد تؤدي قلة الطلب على الزيت والفحم الحجري إلى التقليل من انسكاب الزيت، ومن التلف الحاصل للمناطق المشتملة على الفحم الحجري. والتقليل من قيادة السيارات يعد أيضًا أحد أفضل طرق توفير الطاقة وتجنب التلوث الحاصل للهواء.

وفي مقدور الناس توفير الطاقة الكهربائية عن طريق شراء مصابيح الإنارة والأجهزة المنزلية ذات الكفاءة العالية. فمصابيح الفلورسنت، على سبيل المثال، تستهلك 25% فقط من الطاقة التي تستهلكها المصابيح المتوهجة. ويمكن أيضًا توفير الطاقة بالتقليل من استخدام الأجهزة، وبإطفاء الأجهزة والمصابيح في حالة عدم وجود حاجة إليها، وبتوقيت ضابط الحرارة المنزلي على 20°م أو أقل في الشتاء، وعلى 26°م أو أكثر في الصيف. وبالإضافة إلى ذلك، تحتاج المباني التي عولجت نوافذها بطريقة خاصة، وذات العزل الجيد، إلى قدر من الوقود والكهرباء – بغرض التدفئة أو التبريد – أقل بكثير من المباني التي تخلو من هذه الميزات.

وفي مقدور الناس أيضًا شراء المنتجات التي لاتشكل خطرًا على البيئة. فبإمكان الأسر، على سبيل المثال، أن تحدّ من التلوث عن طريق تقليل استخدام المنظفات السامة، والتخلص الصحيح من هذه المنتجات. فإذا ما امتنع المستهلكون عن شراء المنتجات الضارة فلسوف يتوقف المصنعون عن إنتاجها.

ومن الطرق الأخرى التي يمكن للناس أن يحدوا بها من التلوث الحد من أكل اللحوم. فالمزارعون يستخدمون كميات كبيرة من الأسمدة لزيادة كمية الحبوب التي تتغذى بها المواشي. ولو أن الناس قللوا من أكل اللحوم وزادوا أكل الحبوب والخضراوات لقلل المزارعون من استخدامهم للأسمدة والمبيدات. ولا يرضى كثير من الناس من الفاكهة والخضراوات إلا الصحيحة الكاملة، والخالية من العيوب، وهذا ما يقدر المزارعون على توفيره دون استخدام كميات كبيرة من المبيدات. ولو أن الناس ارتضوا الفاكهة والخضراوات بما فيها من عيوب طفيفة، لقلل المزارعون استخدامهم للكيميائيات.

ومن أسهل الطرق التي يمكن للأفراد اتباعها من أجل منع التلوث، إعادة استخدام المنتجات. فمثلاً، يستخدم بعض منتجي الألبان القوارير الزجاجية بدلاً عن العبوات الكرتونية الورقية. ويمكن إعادة تعبئة هذه القوارير واستخدامها مرة أخرى. وفي مقدور الناس إعادة استخدام الأوراق القديمة والحقائب البلاستيكية لحمل مشترياتهم أو وضع النفايات فيها. وبإعادة استخدام المنتجات يمكن للناس تجنب التلوث المرتبط بإنتاج المزيد من المنتجات والتلوث المتسبب عن رمي المنتج.

والتدوير طريقة أخرى لإعادة استخدام المواد. فالعديد من المدن والبلدات تنظم عملية تجميع المخلفات من أجل إعادة معالجتها. ويوفر التدوير كلا من المادة والطاقة، ويمنع التلوث. وهناك الكثير من المخلفات المتنوعة التي يمكن تدويرها. ومن المخلفات الشائع تدويرها: العلب والزجاج والورق والأوعية البلاستيكية والإطارات القديمة. فالعلب يمكن صهرها واستخدامها في تصنيع علب جديدة. والزجاج يمكن سحقه وتصنيع أوعية جديدة منه، أو استخدامه في مواد البناء. والورق يمكن معالجته إلى منتجات ورقية مختلفة. ويمكن صهر البلاستيك وإعادة تشكيله إلى سياج أو ألواح أو مناضد أو سجاد. أما الإطارات القديمة فيمكن حرقها لإنتاج الطاقة، أو تقطيعها وإضافتها إلى الأسفلت، أو صهرها وقولبتها إلى منتجات مثل الحصائر الأرضية ومعدات الملاعب.

وأهم الطرق التي يمكن للناس أن يكافحوا بها التلوث، أن يتعلموا قدر استطاعتهم كيف يمكن لنشاطاتهم أن تؤثر على البيئة. وفي مقدورهم بعد ذلك، أن يلجأوا إلى خيارات ذكية، للتقليل من الدمار الحاصل لهذا الكوكب.

7-4. امثلة لطرق حماية المياه والبيئة المائية من التلوث

من اهم الطرق العلمية لحماية المياه والبيئة المائية من التلوث بالملوثات البيئية هي الطرق والاساليب التالية:

(أ) أولا تأمين معالجة وتنقية الماء النقي

(ت) ثانيا الادارة السليمة للمخلفات الصلبة

(ج) ثالثا التخلص من المخلفات السائلة

(د) رابعا تنقية مياه الصرف الصناعية.

(ز) خامسا التحكم في تلوث المياه الجوفية

(ه) سادسا التخلص من الزيوت الملوثة لمياه البحار.

(ي) سابعا التخلص من الطحالب والنباتات المائية الملوثة لمياه الأنهار بالوسائل الميكانيكية.

(ا) أولا تأمين معالجة وتنقية الماء النقي:

المياه النقية هي المياه الخالية من البكتيريا والفيروسات ومن العناصر الفيزيائية أو الكيماوية الضارة، ومن المواد التي تغير اللون أو الطعم. وتستمد هذه المياه عادة من الأمطار، والأنهار، والمياه الجوفية، ومياه البحر المحلاة. وجميع هذه المياه يجب معالجتها بالطرق المناسبة لتصبح صالحة للاستهلاك الآدمي، بحيث لا يصل فيها تركيز الملوثات إلى الحد الذي يحدث ضرراً على صحة الأنسان. ومن أهم الملوثات التي يجب التأكيد عليها هي المعقمات المضافة لمياه الشرب، ويبين الجدول التالي الحد الأعلى المسموح به لتركيز المواد المعقمة في مياه الشرب حسب مواصفات (وكالة حماية البيئة الأمريكية)، والكيماويات العضوية حسب مواصفات (وكالة حماية البيئة الأمريكية)، والمواد المشعة.

جدول 7-1

الحد الأعلى المسموح به لتركيز المواد المعقمة في مياه الشرب حسب مواصفات وكالة حماية البيئة الأمريكية

الملوث	التركيز المنشود مجم/ لتر	اعلي تركيز مسموح به مجم/ لتر	التاثيرات الصحية عند تخطي الحد الاعلي للتركيز	مصادر التلوث في مياه الشرب
البرومات	صفر	0.01	زيادة خطر الاصابة بالسرطان	عمليات تطهير مياه الشرب
الكلور	4	4.0	تهيج الانف والعيون والام المعدة	يضاف لحماية مياه الشرب من الميكروبات
ثاني أكسيد الكلور	0.8	0.8	فقر الدم عند الاطفال والرضع ,تاثيرات علي الجهاز العصبي	يضاف لحماية مياه الشرب من الميكروبات
الكلورايت	0.8	1.0	فقر الدم عند الاطفال والرضع , تاثيرات علي الخهاز العصبي	يضاف لحماية مياه الشرب من الميكروبات
احماض الهالواسيتيك	-	0.06	زيادة خطر الاصابة بالسرطان	عمليات تطهير مياه الشرب
ثلاثي الهالوميثان	-	0.08	مشاكل في الكبد والكلية ومشاكل في الجهاز العصبي المركزي، وزيادة خطر الاصابة بالسرطان	عمليات تطهير مياه الشرب

جدول 7-2

الحد الأعلى المسموح به لتركيز الجسيمات المشعة في مياه الشرب حسب مواصفات وكالة حماية البيئة الأمريكية

الملوث	التركيز المنشود مجم/ لتر	اعلي تركيز مسموح به مجم/ لتر	التاثيرات الصحية عند تخطي الحد الاعلي للتركيز	مصادر التلوث في مياه الشرب
جسيمات الفا	-	15 بيكوكيورز في اللتر	زيادة خطر الاصابة بالسرطان	تعرية بعض الخامات الطبيعية المحنوية علي معادن مشعة
جسيمات بيتا	-	4 مليريمز في السنة	زيادة خطر الاصابة بالسرطان	تحلل بعض خامات المعادن المشعة
راديوم 226 راديوم 228	-	15 بيكوكيورز في اللتر	زيادة خطر الاصابة بالسرطان	تعرية بعض الخامات الطبيعية المحنوية علي الراديوم

ويشمل تامين نقاء الماء النقاط الاتية:

1. معالجة وتنقية مياه الشرب.
2. معالجة المياه الجوفية.
3. تطهير المياه.

1. معالجة وتنقية مياه الشرب Treatment and Purification ofWater

لقد كان وباء الكوليرا من أوائل الأمراض التي اكتشفت ارتباطها الوثيق بتلوث مياه الشرب في المرحلة السابقة لتطور تقنيات معالجة المياه، فعلى سبيل المثال أصيب حوالي 17000 شخص من سكان مدينة هامبورج الألمانية بهذا الوباء خلال صيف 1829م أدى إلى وفاة ما لا يقل عن نصف ذلك العدد. وقد ثبت بما

لا يدع مجالا للشك أن المصدر الرئيس للوباء هو تلوث مصدر المياه لتلك المدينة. يعد التطهير باستخدام الكلور من أوائل العمليات التي استخدمت لمعالجة المياه بعد عملية الترشيح وذلك للقضاء على بعض الكائنات الدقيقة من بكتريا وفيروسات مما أدى إلى الحد من انتشار العديد من الأمراض التي تنقلها المياه مثل الكوليرا وحمى التيفويد، ومن هذه العمليات ما يستخدم لإزالة عسر الماء مثل عمليات التيسير، أو لإزالة العكارة مثل عمليات الترويب.

ونظرا للتقدم الصناعي والتقني الذي يشهد هذا العصر وما تبعه من ازدياد سريع في معدلات استهلاك المياه الطبيعية، النقية نوعا ما، ونظرا لما يحدث من تلوث لبعض تلك المصادر نتيجة المخلفات الصناعية ومياه الصرف الصحي وبعض الحوادث البيئية الأخرى فإن عمليات المعالجة قد بدأت تأخذ مسارا جديدا يختلف في كثير من تطبيقات عن مسار المعالجة التقليدية. وفي هذه المقالة سنستعرض بإيجاز طرق المعاجلة التقليدية لمياه الشرب إضافة لبعض الاتجاهات الحالية والمستقبلية لتقنيات المعالجة.

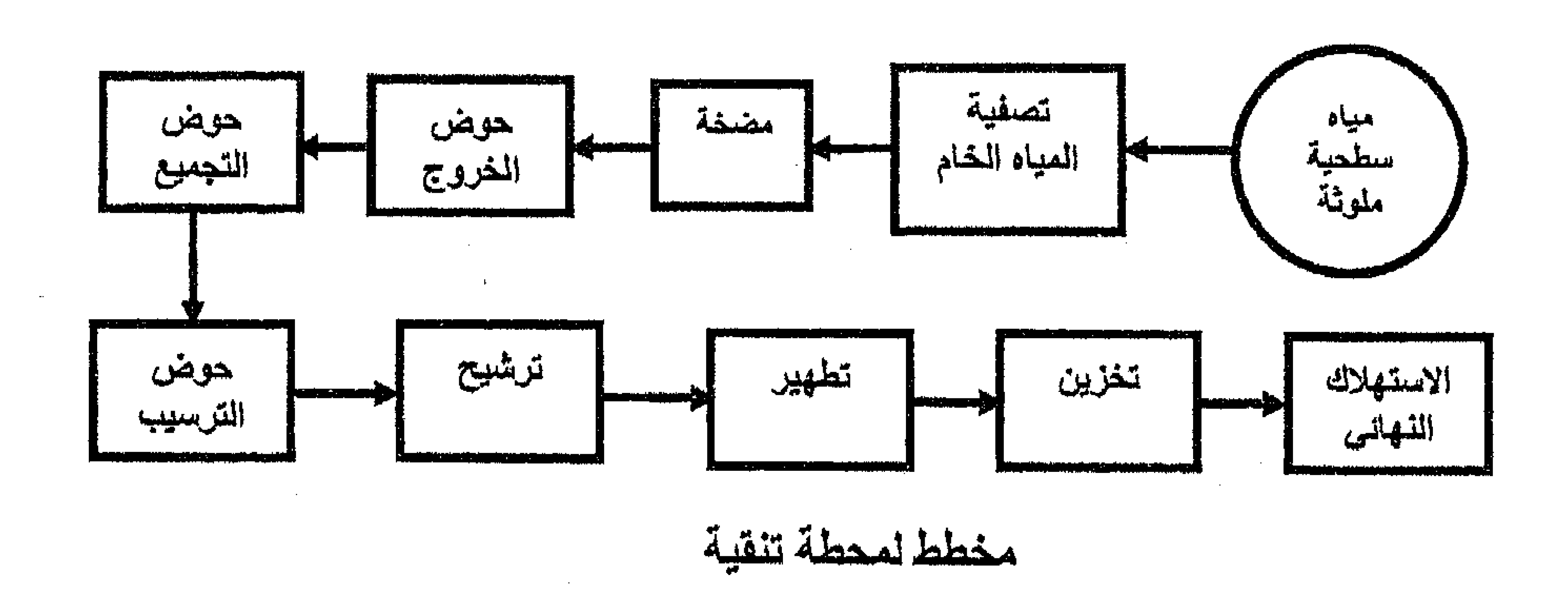
معالجة المياه السطحية:

تحتوي المياه السطحية (المياه الجارية على السطح) على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية منها، وهي بذلك بعد مياه يسرة (غير عسرة) حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة إلى إزالة المواد العالقة التي تسبب ارتفاعا في العكارة وتغيرا في اللون والرائحة، وعليه يمكن القول أن معظم طرق معالجة هذا النوع من المياه اقتصر على عمليات الترسيب والترشيح والتطهير. وتتكون المواد العالقة من مواد عضوية وطينية، كما يحتوي على بعض الكائنات الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا. ونظرا لصغر حجم هذه المكونات وكبر مساحتها السطحية مقارنة بوزنها فإنها تبقي معلقة في الماء ولا تترسب. إضافة إلى ذلك فإن خواصها السطحية والكيميائية باستخدام عمليات الترويب الطريقة الرئيسية لمعالجة المياه السطحية، حيث تستخدم بعض المواد

الكيمائية لتقوم بإخلال اتزان المواد العالقة وتهيئة الظـــروف الملائمـــة لترســـيبها وإزالتها من أحواض الترسيب. ويتبع عملية الترسيب عمليـــة ترشـــيح باســـتخدام مرشحات رملية لإزالة ما تبقى من الرواسب، ومن الكيماويات المشهورة كبريتات الألمونيوم وكلوريد الحديديك، وهناك بعض الكيماويـــات المســـاعدة مثـــل بعـــض البوليمرات العضوية والبنتونايت والسليكا المنشطة. ويمكن أيضا استخدام الكربون المنشط لإزالة العديد من المركبات العضوية التي تسبب تغيرا في طعـــم ورائحـــة المياه. تتبع عمليتي الترسيب والترشيح عملية التطهير التي تسبق إرسال تلك المياه إلى المستهلك. ويبين الشكل التالي مخطط لمحطة تنقية لمياه الشرب داخل احـــدي المدن,

واهداف معالجة وتنقية المياه في تلك المحطة تتمثل في الاتي :

- ازالة المواد الصلبة الطافية والمواد الكبيرة الحجم.
- ازالة الطين والرمل.
- ازالة المواد العالقة والمسببة لعكارة المياه.
- ازالة المواد التي تؤثر في طعم ولون ورائحة المياه.
- ازالة المواد الذائبة والمواد الغروية.
- القضاء علي الكائنات المسببة للمرض مثل البكتريا والفيروسات الموجودة في المياه.



مخطط لمحطة تنقية

وتتكون مراحل التنقية من المراحل الاتية:

أ- تصفية المياه الخام بحجز المواد العالقة والطافية الكبيرة مثل قطع الاخشاب وفروع الاشجار قطع المعادن وتتم التصفية عن طريق مصافي معدنية او مشابك (الالواح المشبكة) وتتكون ابعاد فتحات المشابك ما بين 5 الي 7 سم في حالة المصافي الكبيرة الفتحات وتتراوح بين 1.5 الي 15 مم في حالة المصافي الدقيقة.

وفوائد المصافي هي:

* تحسين فعالية التجميع والتكتل والترسيب من خلال تقليل حمل الملوثات عليها
* ازالة جزء من الكائنات الحية الدقيقة وبالدرجة الاولي العوالق من البحيرات والسدود الحاوية علي تركيزات قليلة من المواد المعدنية.

ب- تجميع المياه لتثبيت التدفق تمهيدا لدخولهاأحواض الترسيب.

ت- الترسيب وفيه يتم ترسيب المواد الصلبة العالقة القابلة للترسيب والتي وزنها النوعي اكبر من الوزن النوعي للماء بتاثير الجاذبية الأرضية. وفي هذه المرحلة تقل المواد العالقة في المياه بدرجة لا تشكل عبئا علي المرشحات في المرحلة التالية.

ث- الترشيح:

وهي عملية تنقية المياه من المواد العالقة الدقيقة والمواد الغروية وذلك بتمريرها علي وسط مسامي يقوم باحتجاز هذه المواد واحتجاز نسبة من المواد المسببة للمرض مثل البكتريا. وافضل الاوساط المساميةالمستعملة في الترشيح هو الرمل نظرا لتوفره ورخص سعره وعدم تغير خواصه الفيزيائية مع مرور الزمن (مادة خاملة).

وعمليا يتم إمرار الماء على طبقات متعاقبة، من الحجارة والحصى والرمل الخشن والناعم، وبذلك تحجز هذه الطبقات ـــ خاصة طبقة الرمل الناعم ـــ معظم المواد العالقة ومعظم الميكروبات من المرور. وعندما يستمر تشغيل المرشح تتكون

طبقة جيلاتينية من الميكروبات والمواد العضوية، تملأ المسافات الموجـودة بـين حبيبات الرمل الناعم، فتزيد من كفاءة الترشيح ولكنها في نفس الوقت تقلـل مـن سرعته، وعند حدوث ذلك يجب تنظيف المرشح.

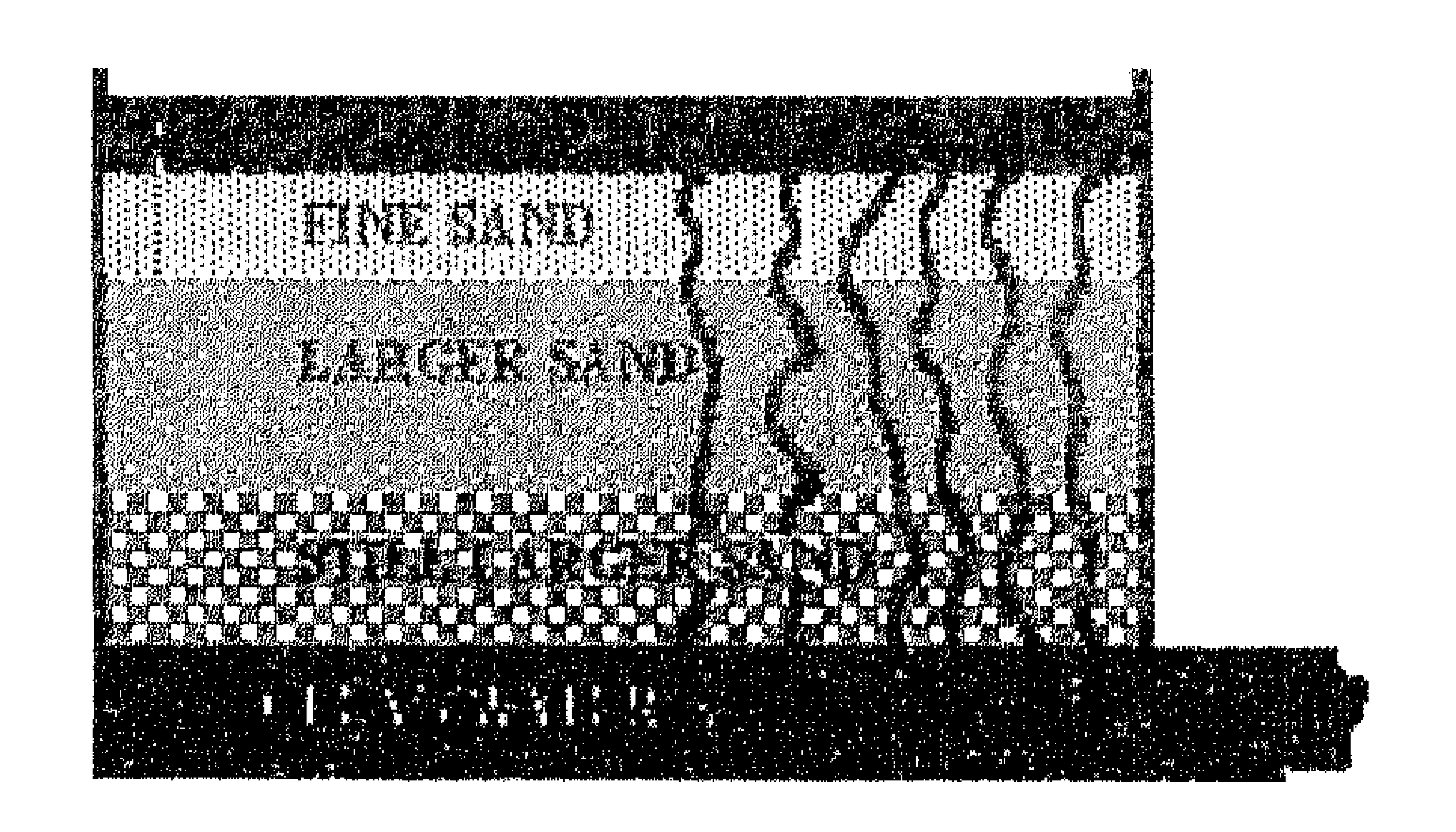
تتم عملية الترشيح في احواض تسمي احواض الترشيح أو المرشحات ونظرا لان مادة الترشيح هي الرمل فتعرف المرشحات بالمرشحات الرملية وتنقسم حسب سرعة ترشيح المياه الى:

المرشحات الرملية السريعة وسرعة الترشيح من 5 الي 20 متر/ ساعة

المرشحات الرملية البطيئة وسرعة الترشيح من 0.1 الي 0.3 متر/ ساعة

غالبا شكل هذه الاحواض اما مستطيلة أو دائرية.

ويمكن أن يتم الترشيح، بالطريقة البطيئة أو بالطريقة السريعة، ففي الطريقة البطيئة، تلزم مساحات كبيرة نسبياً، أما في الطريقة السريعة، فيكون الترشيح فـي عدة وحدات، حتى يمكن تشغيل بعضها مع تنظيف البعض الآخر، مع إضافة الشبة أو أملاح الحديديك لزيادة سرعة الترسيب، وتمرر المياه المرشحة، إما تلقائيـاً، أو تحت ضغط.والشكل التالي يبين طبقات المرشح الرملي.



والترشيح، لا يعتبر الخطوة النهائية في عملية التنقية، لأنـه لا يزيـل كـل الأحياء الدقيقة الموجودة بالمياه خاصة الممرضة منها، بل يتبقـى بعضـاً منهـا، فالمرشحات الرملية التي تعمل بطريقة صحيحة، تحجز حـوالي 90–99% مـن

الأحياء الدقيقة، وتحجز كذلك معظم المواد العالقة، وهذا يسهل إجراء التنقية النهائية للماء الا وهي التطهير، للتخلص مما بقى به، من الأحياء الدقيقة.

ج- تطهيرالمياه:

ان عمليات الترسيب والترشيح التي تمر بها المياه تكون قد خلصتها من معظم البكتريا الموجودة فيها , الا انه للتأكد من القضاء علي كافة الكائنات الممرضة لابد من اجراء عملية تطهير للمياه.

اذا فالتطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للأمراض، مما يعني ليس كل الكائنات الحية تموت وتدمر خلال هذه العملية، بينما يعرف التعقيم بانه قتل وتدمير لكل الكائنات.

ويتم التطهير بعدة طرق منها:

طرق فيزيائية مثل الطرق الاتية:

- التسخين والغليان.
- التطهير باستعمال أشعة الشمس.
- التطهير باستعمال الأشعة فوق البنفسجية.
- التطهير باستعمال الموجات فوق الصوتية.
- التطهير بالاوزون.

طرق كيميائية مثل الطرق الاتية:

- التطهير بالكلور.
- التطهير بمركبات الكلور مثل مركبات هيبوكلوريت الصوديوم, واكسيد الكلور, وهيبوكلوريت الكالسيوم.
- التطهير ببرمنجات البوتاسيوم.

التطهير بإضافة الكلور (الكلورة) Chlorination

يعتبر هذه الخطوة غالباً آخر عمليات تنقية المياه، وفيها يضـاف الكلـور أو مركباته، إلى المياه لتطهيرها، وعند إضافة الكلور إلى الماء، يحدث التفاعل الآتي:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow H\,Cl + HO\,Cl \text{ (Hypochlorous acid)}$$
$$HO\,Cl \longrightarrow H\,Cl + O \quad \text{(Nascent oxygen)}$$

وبذلك ينتج أكسجين نشط حديث التولد، قادر على قتل الميكروبات الدقيقـة، عن طريق أكسدة محتوياتها، وهذا بالإضافة على أن للكلور تأثير قاتل، عن طريق اتحاده المباشر ببروتين الخلية.

وقـد يضـاف الكلـور مـع الأمونيـا، فيتكـون أحـادي الكلـورين Monochloramine، الذي يتحلل ببطء، ويمنع الفقد السريع للكلور، وهو يعتبـر من العوامل المبيدة، إلا أنه أبطأ في التأثير من الأكسجين النشط.

$$NH_4\,OH + HO\,Cl \rightarrow 2H_2O + NH_2\,Cl \text{ (Monochloramine)}$$

وقد يستعمل مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم Calcium hypochlorite، في صورة محلول أو أقراص، بدلاً من الكلور، في تنقية المياه لسهولة استعماله، وهـو مع الماء يعطي التفاعل التالي:

$$Ca\,(O\,Cl)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca\,(OH)_2 + 2HO\,Cl$$
$$HOCl \rightarrow H\,Cl + O$$

وتتوقف كمية الكلور أو مركباته التي تضاف إلى الماء، على عوامل عديدة منها:

1. تركيز الكلور ومدة التأثير.
2. عدد وأنواع الأحياء الدقيقة الموجودة بالماء، فالبكتريـا الخضـرية، والسـالبة لصبغة جرام، شديدة الحساسية للكلور، بينما البكتريا المتجرثمـة، والجـراثيم الحرة، والبكتريا الموجبة لصبغة جـرام، والبكتريـا الصـامدة للأحمـاض، والبروتوزوا المتحوصلة، مقاومة لتركيزات الكلور المستعملة عادة.

3. كمية المادة العضوية خاصة البروتينية الموجودة بالماء، فالكلور يتحد بالمادة العضوية، فيقل تركيزه، وتضعف فاعليته.
4. درجة الـ pH، ودرجة الحرارة، فتزيد سرعة تفكك الكلور في الوسط الحامضي، وفي الحرارة العالية فيقل تأثيره.

وفي اغلب الأحوال، يستعمل غاز الكلور المضغوط الى سائل لتنقية مياه الشرب، مع استعمال أجهزة خاصة للإضافة، لضبط الكمية الداخلة على الماء.

ولتنقية المياه، تضاف كمية كافية من الكلور، تكفي لتنقية المياه، ويتبقى بعد 20 دقيقة من إضافتهن 0.2 إلى 2.00 مجم/لتر (جزء في المليون) على الأقل، من الكلور الفعال المتخلف Residual chlorine، فوجود هذه النسبة يدل على أن كمية الكلور المضافة كانت كافية لقتل الميكروبات الحساسة، مع تبقي جزء منه كاحتياط وقائي، ضد احتمالات التلوث الأخرى.

وتزداد النسبة المضافة من الكلور، إذا زاد عدد الميكروبات بالماء أو احتوى الماء على مواد عضوية، أو مواد قابلة للأكسدة، وأيضاً حسب الظروف الصحية بالمنطقة.

بعد معالجة المياه بالكلور، توزع هذه المياه على المستهلكين، بواسطة مواسير مقفلة، بعيدة عن مياه المجاري، حتى لا تتسرب إليها الميكروبات، وتتلوث مرة أخرى.

إضافة الفلور (الفلورة) Fluoridation

تهتم بعض الدول، بإضافة الفلور إلى ماء الشرب قبل توزيعه على المستهلكين، لما لذلك، من تأثير على تقليل نسبة التسويس في الأسنان Dental caries وتآكلها Tooth decay، خاصة في الأطفال الصغار، الذين مازالت أسنانهم في مرحلة التكوين.

ويضاف الفلور، في صورة فلوريد الصوديوم، أو سيليكو فلوريد الصوديوم أو الأمونيوم، ليعطي فلور متخلف Residual fluorine، قدرة 1 جزء في المليون، وهي نسبة كافية لإيقاف التسويس بأسنان الأطفال.

ح- التخزين:

يقصد بالتخزين هو تجميع المياه في خزان لضمان تجانس كبير للتدفق المعالج من جهة ومن جهة اخري ضمان استمرار تدفق المياه في حالة حدوث عطب او عطل في المراحل السابقة. ومن الضروري ان يكون منشأت التخزين قريبة من المستهلك.

خ- التوزيع:

يتمثل التوزيع عملية تزويد المستهلكين بالكميات المطلوبة من الماء وبالضغط المناسب اللازم في اي وقت، وهذا يتطلب وضع شبكة من المواسير ذات اقطار مدروسة لاكبر تدفق ممكن ان يمرباي نقطة من نقاط الشبكة.

2. معالجة المياه الجوفية Treatment of Underground Water

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي يعتمد عليها الكثير من سكان العالم. إلا أن بعض مياه الآبار وخصوصا العميقة منها قد تحتاج ألى عمليات معالجة متقدمة وباهظة التكاليف قد تخرج عن نطاق المعالجة هي إضافة الكلور لتطهير المياه ثم ضخها الى شبكة التوزيع، إذ تعد عملية التطهير كعملية وحيدة لمعالجة مياه بعض الآبار النقية جدا والتي تفي بجميع مواصفات المياه، الا أن هذه النوعية من المياه هي الأقل وجودا في الوقت الحاضر، لذلك فأنه إضافة لعملية التطهير فان غالبية المياه الجوفية تحتاج الى معالجة فيزيائية وكيميائية إما لإزالة بعض الغازات الذائبة مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين، أو لإزالة بعض المعادن مثل الحديد والمنجنيز والمعادن المسببة لعسر الماء، وتتم إزالة الغازات الذائبة باستخدام. عملية التهوية والتي تقوم أيضا بإزالة جزء من الحديد

والمنجنيز عن طريق الأكسدة، وقد يكون الغرض من التهوية مجرد كمـا يحـدث لبعض مياه الآبار العميقة التي تكون حرارتها عالية مما يستدعي تبريـدها حفاظـا على كفاءة عمليات المعالجة الأخرى. أما إزالة معادن الحديد والمنجنيز فتتم بكفاءة في عمليات الأكسدة الكيمائية باستخدام الكلور أوبرمنجنات البوتاسيوم.

ان الطابع العام لمعالجة المياه الجوفية هو إزالة العسر بطريقـة الترسـيب، ويتكون عسر الماء بصورة رئيسة من مركبات الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة فـي الماء. ويأتي الاهتمام بعسر الماء نتيجة لتأثيره السلبي على فاعلية الصابون ومواد التنظيف الأخرى، بإضافة الى تكوين بعض الرواسب في الغلايات وأنابيـب نقـل المياه تعتمد كثير من دول العالم مثل المملكة العربية السعودية اعتماد كبيرا على المياه الجوفية لاستخدامها في الأغراض المختلفة، الأمر الذي ساهم فـي انتشـار محطات معالجة المياه الجوفية في ربوعها المختلفة. وفيما يلي استعراض مـوجز للعمليات المختلفة لمعالجة المياه الجوفية في هذا النوع من المحطات.

عمليات معالجة المياه الجوفية تشمل العمليات الاتية:

- أ- التيسير (إزالة العسر) بالترسيب.
- ب- الترسيب (ترسيب وازالة المواد العالقة من الماء)
- ج- الموازنة (إعادة الكربنة)
- د- الترشيح (حجز المواد العالقة الدقيقة والندف التي لم تترسب).
- و- معالجة المخلفات والرواسب الصلبة

3. تطهير المياه Water Disinfections

هو العملية المستخدمة لقتل الكائنـات الحيـة الدقيقـة المسـببة للأمـراض (الجراثيم)، وتتم هذه العملية باستخدام الحرارة (التسخين) أو الأشعة فوق البنفسجية أو المواد الكيميائية مثل البروم أو اليود أو الأوزون أو الكلور بتركيزات لا تضـر بالأنسان أو الحيوان. وتعد طريقة التسخين الى درجـة الغليـان أولـى الطـرق

المستخدمة في التطهير ولاتزال أفضلها في حالات الطوارئ عندما تكون كمية المياه قليلة، لكنها غير مناسبة عندما تكون كمية المياه كبيره كما في محطات المعالجة نظرا لارتفاع تكلفتها. أما استخدام الأشعة فوق البنفسجية والمعالجة بالبروم واليود فتعد طرقا مكلفة. هذا وقد انتشر استخدام الأوزون والكلور في تطهير مياه الشرب، حيث راج استخدام الأوزون في أوربا والكلور في أمريكا. وفي الآونة الأخيرة اتجهت كثير من المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية الى استخدام الأوزون بالرغم من عدم ثباته كيمائيا وارتفاع تكلفته مقارنة بالكلور، وذلك لظهور بعض الآثار السلبية الصحية لاستخدام الكلور (الكلورة) في تطهير مياه الشرب يتفاعل الكلور مع الماء مكونا حامض الهيبوكلوروس وأيونات الهيبوكلورايت ثم يتفاعل جزء من حامض الهيبوكلوروس مع الأمونيا الموجودة في الماء مكونا أمنيات الكلور (الكلور المتحد المتبقي) ويطلق على ما تبقى من حامض الهيبوكلوروس وأيونات الهيبوكلورايت الكلور الحر المتبقي وهذه المركبات (الكلور الحر والكلور المتحد) هي التي تقوم بتطهير الماء وقتل الجراثيم الموجودة به، ولذلك تلجا كثير من محطات المعالجة الى إضافة الكلور بنسب تكفي للحصول على كلور حر متبقي يضمن تطهير الماء الخارج من المحطة بكفاءة عالية، بل في الغالب تكون كمية الكلور المضاف كافية لتأمين كمية محدود من الكلور الحر المتبقي في شبكة توزيع المياه، وذلك لتطهير المياه من أي كائنات دقيقة قد تدخل في الشبكة.

(ب) ثانيا الادارة السليمة للمخلفات الصلبة:

منذ أن أدرك الأنسان مدى إساءته لاستخدام عناصر الكون المختلفة حوله، كانت الدعوة إلى يوم الأرض في عام 1970. ومنذ ذلك الحين تعالت صيحات المدافعين عن البيئة، وظهرت أحزاب الخضر في الكثير من البلاد، وتشكل عند الكثيرين وعي بيئي ورغبة حقيقية في وقف نزيف الموارد، وظهر جيل يعرف مفردات جديدة مثل: النظام البيئي (Ecological System) والاحتباس الحراري،

وتأثير الصـــوبة (Effect Green House) وثقــب الأوزون، والادارة الســليمة للمخلفات والتي من اهم عناصرها إعادة تدوير المخلفــات Recycling، وتعلــق الكثيرون بهذا التعبير الأخير رغبة في التكفير عن الذنب في حق كوكبنا المسكين.

هناك اربعة اركان اساسية لادارة المخلفات وهي:

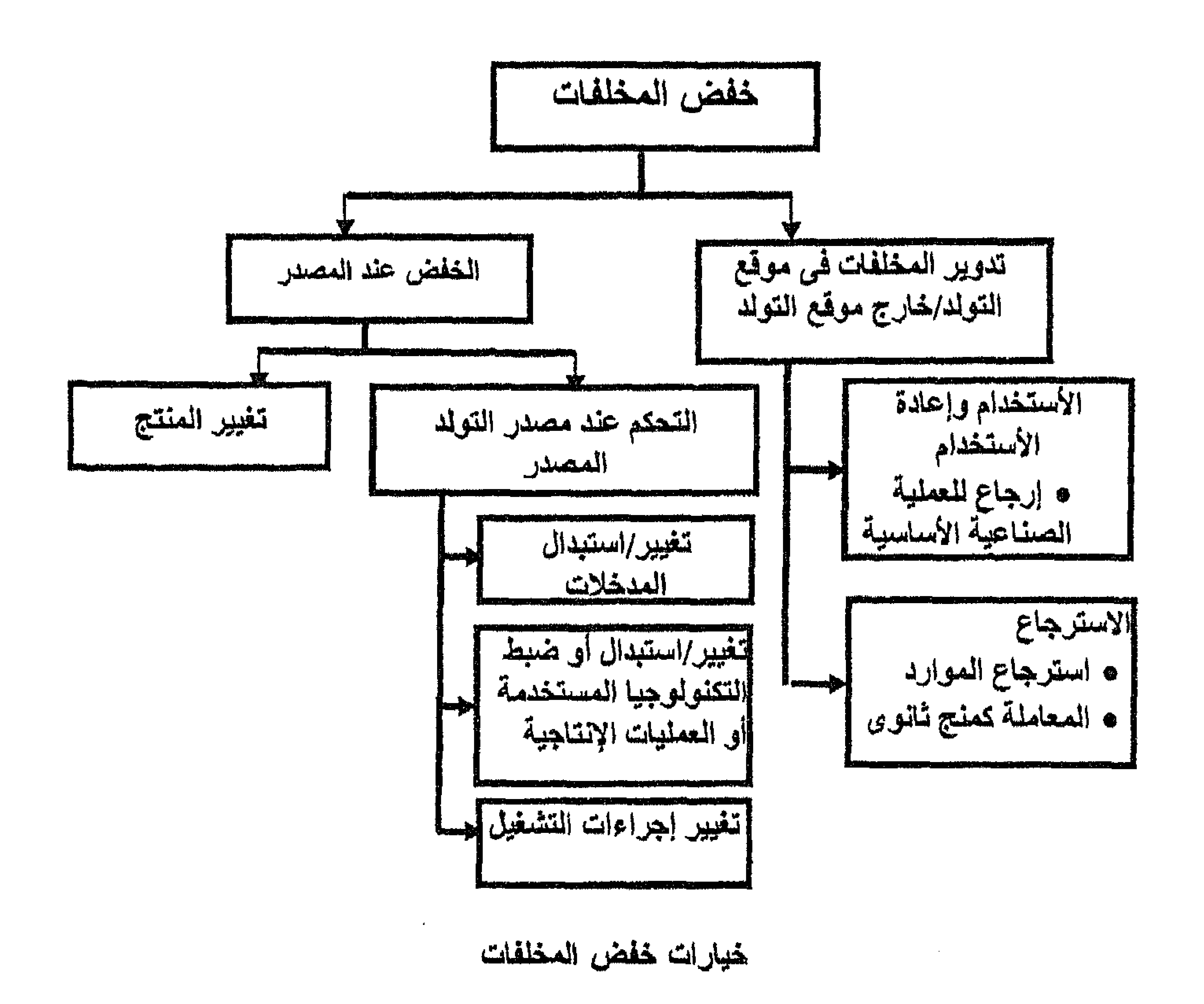
◊ التقليل
◊ اعادة استخدام المخلفات
◊ اعادة التدوير
◊ الاسترجاع الحراري

1- التقليل Reduction: والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة، وبالتالي تقليل المخلفات، ويتم ذلك:

* إما باستخدام مواد خام أقل.

* أو باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل.

* أو عن طريق الحدّ من المواد المستخدمة في عمليات التعبئة والتغليف، مثل: البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعي وعيًا بيئيًا من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجــي الصــابون الســائل بتركيزه؛ حتى يتم تعبئته في عبوّات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوتــه الكرتونية الخارجية، وهذا ما يطلق عليه (Wast minimization).

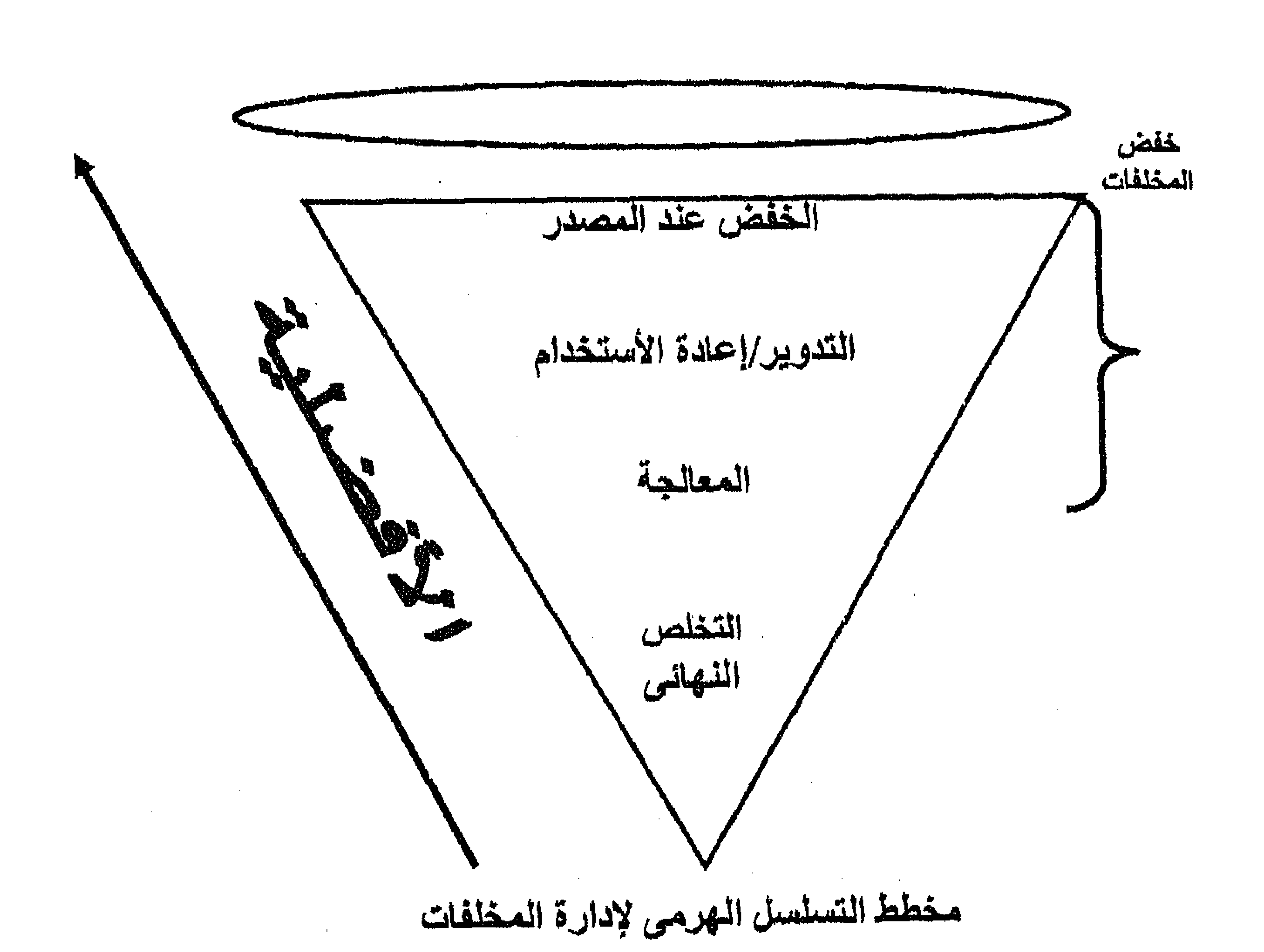


خيارات خفض المخلفات

2- إعادة استخدام المخلفات (Reuse): وهذا يعني - مثلاً - إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية مثلاً بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات والبرطمانات بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعي وعيًا بيئيًّا لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد في كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع؛ بحيث يتم إلقاء المخلفات الورقية في الصناديق الخضراء، والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية في الصناديق السوداء.

3- إعادة التدوير Recycling: والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي.

4- الاسترجاع الحراري Recovery: وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري في الكثير من الدول، خاصة اليابان؛ للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة، والمخلفات الخطرة صلبة وسائلة، ومخلفات المستشفيات، والحمأة الناتجة من الصرف الصحي والصناعي، وذلك عن طريق حرق هذه المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق، وذلك للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة. وتتميز هذه الطريقة بالتخلص من 90% من المواد الصلبة، وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استغلالها في العمليات الصناعية أو توليد البخار أو الطاقة الكهربية.ويبين الشكل التالي التسلسل الهرمي لادارة المخلفات.



مخطط التسلسل الهرمى لإدارة المخلفات

الإنتاج الأنظف كاحد اهم اركان الادارة الجيدة للمخلفات

(Cleaner Production)

في الإنتاج الصناعي يتم مراعاة أن يتتج عنها الحد الأدنـى الممكـن مـن التلوث. وتعتمد طرق الإنتاج الأنظف على تقليل تولد المخلفات من المنبع (Waste Minimization) وذلك مقابل ترك المخلفات أن تتولد ثم يتم التفكير في معالجتها والتخلص منها بعد ذلك. ويتميز الإنتاج الأنظف أنه يحقق كفـاءة أكبـر للعمليـة الإنتاجية، حيث يتم فيه ترشيد استخدام الموارد من المواد الخام والماء والطاقة على مقدار الحاجة بحيث لا يتم فقد الكثير من المخلفات من هـذه العمليـة الإنتاجيـة. ويشمل الإنتاج الأنظف أيضاً استرجاع بعض المخلفات المفيدة في العملية الإنتاجية بدلاً من التخلص منها. وتحاول كثير من الصناعات الحديثة تطبيق مبـدأ الإنتـاج الأنظف حيث أنه يعفيها من كثير من المسئوليات البيئية كما يحقق لها كثيـر مـن الفوائد الاقتصادية.

معالجة وتدوير المخلفات الصلبة والتخلص الأمن لها:

يمثل تداول المخلفات الصلبة مشكلة في حد ذاته، لأن معظم طرق الـتخلص من المخلفات تعمل على تدمير البيئة. فاماكن النفايات المكشوفة تسيئ إلى الجمـال الطبيعي للأرض، وتوفر مأوى للفئران والحيوانات الأخرى الناقلة للأمراض. وقد تحتوي الاماكن المكشوفة وحُفر الرّدم (مساحات تدفن فيها النفايات) على مواد سامة قد تتسرب إلى المياه الجوفية أو مجاري المياه والبحيرات. ويكوّن الاحتراق غيـر المراقب للمخلفات الصلبة دخانًا وملوثات جوية أخرى. وحتى حرق المخلفات فـي المحارق قد يطلق الكيميائيات السامة والرماد والفلزات الضارة إلى الهواء.

التخلص من المخلفات الصلبة:

يمثل تداول المخلفات الصلبة مشكلة في حد ذاته، لأن معظم طرق الـتخلص من المخلفات تعمل على تدمير البيئة. فاماكن النفايات المكشوفة تسيئ إلى الجمـال

الطبيعي للأرض، وتوفر مأوى للفئران والحيوانات الأخرى الناقلة للأمراض. وقد تحتوي الاماكن المكشوفة وحُفر الرّدم (مساحات تدفن فيها النفايات) على مواد سامة قد تتسرب إلى المياه الجوفية أو مجاري المياه والبحيرات. ويكوّن الاحتراق غير المراقب للمخلفات الصلبة دخانًا وملوثات جوية أخرى. وحتى حرق المخلفات في المحارق قد يطلق الكيميائيات السامة والرماد والفلزات الضارة إلى الهواء.

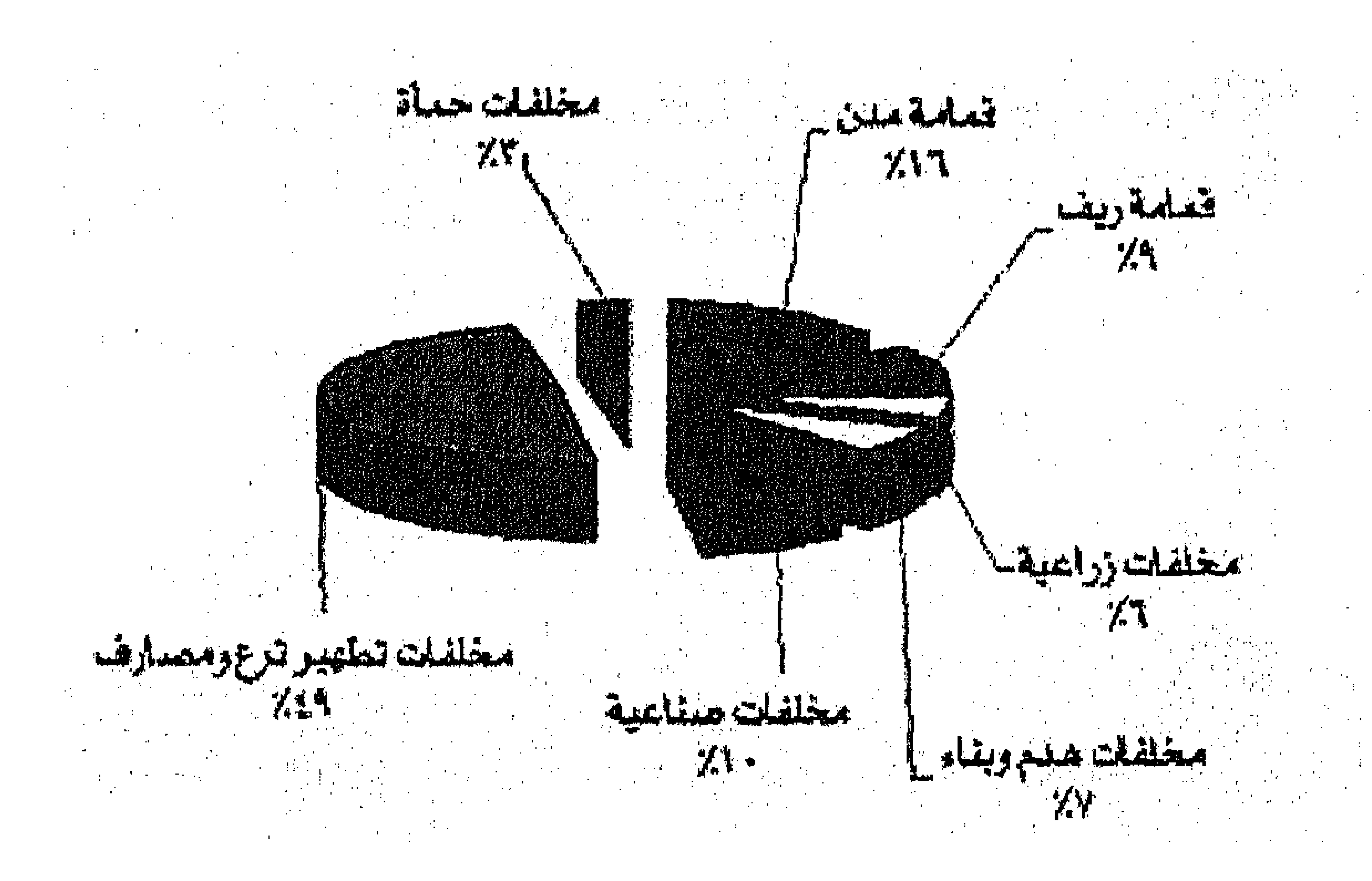
- مصادر المخلفات الصلبة:

أ- المساكن: ما ينتجه الفرد داخل المنازل والبيوت.

ب- المناطق غير السكنية: والتي تشمل كل المنشآت الخرى بخلاف المنازل مثل المباني العامة، المنشآت الصناعية، أجهزة النقل، المستشفيات، السجون، المناطق الزراعية، المدارس والجامعات.

- أنواع المخلفات الصلبة:

- بقايا الأطعمة.
- الزجاج.
- الخشب.
- المواد البلاستيكية.
- الملابس الهالكة.
- مخلفات المباني.
- المعادن المختلفة.
- المنتجات الورقية (مجلات، جرائد، ورق. .. الخ).



● طرق التخلص من المخلفات الصلبة:

هناك عدة طرق واساليب للتخلص من المخلفات الصلبة اهمها ما يلي:

◊ دفن المواد الصلبة في باطن الأرض

◊ القاء المخلفات الصلبة في البحار

◊ حرق المخلفات الصلبة

◊ اعادة استخدام المخلفات الصلبة

1. دفن المواد الصلبة في باطن الأرض:

من طرق إدارة المخلفات الصلبة، ومختلفة عن إعادة الفصل أو إعادة التصنيع وذلك من خلال دفنها فى الأرض بطرق علمية صحيحة بدون أن تعرض البيئة لأية مخاطر ويُراعى الآتى فى عملية الدفن:

- اختيار المكان الملائم.
- اختيار طريقة النقل الصحيحة.
- دراسة الموقع والتربة من ناحية الهندسة البيئية.
- دراسة الخصائص الهيدرولوجية للموقع.
- إعداد الموقع لعملية الدفن.

وتتم عملية الدفن بحفر الأرض إلى أعماق متفق عليها، ثم تدفن المواد الصلبة بواسطة هراسات بعد دمكها لمرات عديدة.

2. القاء المخلفات الصلبة في البحار والمحيطات:

لا يعد القاء المخلفات الصلبة في البحار او المحيطات تخلصا حقيقيا من هذه المخلفات، فبعض هذه المخلفات قد يطفو فوق سطح الماء وقد تدفعه الرياح والامواج ليصل الي السواحل والشواطيء، وبذلك يصل بعض من هذه المخلفات مرة اخري الي بعض المدن المقامة علي هذه الشواطيء وتتلوث شواطئها مما يزيد من درجة التلوث البحري.

فتلوث البيئة البحرية يؤثر على نوعية مياه البحر، وتنعكس سلبياً على الكائنات والأحياء البحرية والطيور المائية، وتؤدي إلى هلاكها في الكثير من الأحيان. وقد لوحظ في السنوات الاخيرة ازدياد كميات المخلفات الصلبة في قاع البحار والمحيطات نتيجة ازدياد النشاط الأنساني وبخاصة النشاط الصناعي.

فالمخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل بشكل خاص كاحد اشهر واكثر المخلفات القاءا في البحار والمحيطات، والتي لها القدرة على الثبات، قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر نتعرض لها الطيور الخواضة فتموت فيها، أو أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها، إضافة إلى التأثيرات المباشرة لهذه المخلفات البلاستيكية على محركات القوارب والسفن في البحر، وتشويه المنظر الجمالي العام للبيئة البحرية السطحية والقاعية.

ثالثا حرق المخلفات الصلبة:

تقوم بعض الدول بحرق بعض المخلفات الصلبة للتخاص منها وللتقليل من حجم المخلفات النهائية, ويستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة عن الحرق في انتاج البخار الذي قد يستعمل في التدفئة أو في توليد الكهرباء فمثلا تبلغ الطاقة الناتجة

من احراق كيلوجرام من القمامة نحو 20 مليون كيلو جول بينما يعطي كيلـوجرام من الفحم طاقة حرارية تكافيء 28 –38 مليون كيلو جول , وتزيد القيمة الحرارية قليلا بالنسبة للقمامة التي تتكون من بقايا الطعام واللحوم.

والتقليل من حجم المخلفات النهائية بالحرق يبلغ 95 % من حجمها الاصلي، اما الرماد الناتج فيدفن في باطن الأرض كما يجب مراعاة الغـازات والمخلفـات الناتجة عن عملية الحرق.

حرق المخلفات له مساوئ عديدة، منها:

- تولد التلوث
- تضر بالصحة العامة
- تضع أعباء مالية على المجتمعات المستقبلة لانبعاثاتها
- تستنزف الموارد المالية لدى المجتمعات المحلية
- تهدر الطاقة والمواد
- تبطئ من التنمية الاقتصادية المحلية
- تقوض مناهج منع تولد المخلفات والمناهج الرشيدة لإدارتها
- تؤدي إلى حدوث العديد من مشكلات التشغيل فى الدول الصناعية
- غالبا تتعدى معدلات تلوث الهواء
- ينتج عنها رماد سام
- يمكن أن تتعرض للإفلاس المالي عند نقص المخلفات
- غالبا ما تتسبب فى تحمل المواطنين أو دافعي الضرائب التكاليف

رابعا اعادة استخدام المخلفات الصلبة:

- جمع المخلفات الصلبة ونقلها:

ويتم ذلك بصفة يومية منتظمة من جميـع المنـاطق بواسـطة سـيارة ذات صندوق كبير مغطى يمنع نفاذ الروائح الكريهة وتساقط المخلفات منها.

● اعادة التدوير:

وهى مرحلة أو جزءاً من إدارة المخلفات الصلبة بشكل نافع بدلاً من التخلص الكامل منها، وهناك عدة شروط يجب توافرها عن تدوير المخلفات أهمها:

1- أن يسهل الحصول على النفاية ويسهل فصلها.

2- أن تكون مواصفات المواد الخام فى النفاية قابلة للإستعادة وتستوفى المواصفات المطلوبة.

3- أن يكون لها سوق تجارى.

4- أن يكون من السهل التخلص من البقايا بعد التدوير.

5- أن يدرس تكاليف إعادة الإستفادة وتكاليف التخلص منها.

وعلى ذلك ليس من الضرورى أن تحقق عملية التدوير مكاسب مادية فقد يفوق أثر هذه العملية على الأنسان والبيئة أية مكاسب مادية مهما كانت ضخمة. وفى نفس الوقت قد يفوق بكثير إجمالى الخسائر الناجمة عن تدوير مادة ضارة بالبيئة.

● مراحل تدوير المخلفات:

أ- التقطيع والتمزيق:

ويتم ذلك من خلال ماكينات خاصة من أجل تقطيع المواد الصلبة إلى قطع صغيرة فى الحجم لتقليل حيز التخزين واحتمالات وجود رائحة كريهة أو نشوب حريق.

ب- فصل المعادن:

يتم تمرير المخلفات على سير مغناطيسى كهربائى حيث يلتقط المغناطيس كل المعادن لتفصل عن باقى المخلفات الصلبة.

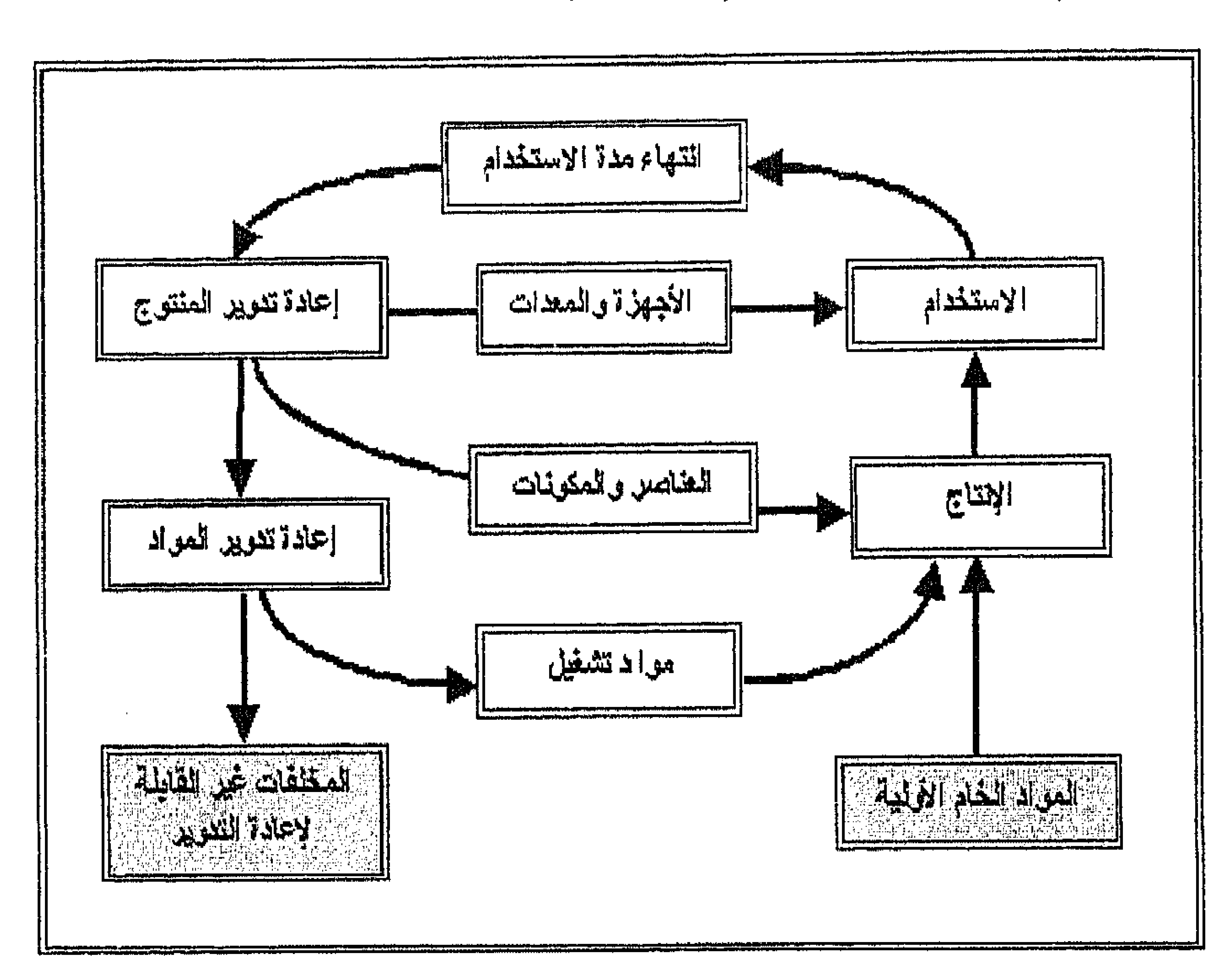
ح- التجميع:

يتم فصل كل نوع على حدة مع تجميع كل نوع من هذه الأنواع فى بـــالات من أجل نقلها إلى أماكن إعادة التشغيل.

خ- الفصل الهوائى:

حيث يتم فصل المكونات المختلفة تلقائياً بتيار هوائى شـــديد طبقـــاً للكثافـــة والوزن والحجم.

هـــ- استخدام المخلفات الصلبة وإعادة تشغيلها.



(ج) ثالثا التخلص من المخلفات السائلة:

يتم التخلص من المخلفات السائلة عن طريق شـــبكة مـــن الانابيـــب يحمـــل المخلفات من المنازل الي شبكة الصرف الصحي في المدينة، ثـــم الـــي محطـــات المعالجة ان وجدت.

ويسمى النظام، الذي يتخلص من خلاله من هذه المخلفات، "نظام الصرف الصحي" (Sewage System) ويختلف نظام الصرف الصحي، تبعاً لاختلاف درجة رقي المجتمع الأنساني. ففي المدن الحديثة، يتكون نظام الصرف الصحي من شبكة أنابيب، تبدأ من المنازل والأبنية، تجمع مياه الصرف الصحي، وتتسع هذه الأنابيب شيئاً فشيئاً، مع تجمعها، بعضها مع بعض، حتى تتحول إلى أنفاق كبيرة، يطلق عليها "أنفاق المجاري"، أو"أنفاق الصرف الصحي"، التي تنتهي في محطات معالجة الصرف الصحي.

وفي محطات الصرف الصحي، تزال الشوائب والمواد العالقة، والمواد العضوية ويتخلص من المواد السامة الموجودة في تلك المياه، وتقتل الجراثيم والميكروبات. وبذا، تصبح هذه المياه المعالجة، آمنة، لصرفها في البحر أو صرفها في البر، أو استخدامها لري الأشجار، أو غسل الطرق.

أما نظام الصرف الصحي، في الريف، فيتكون من خزانات ملحقة بالمنازل الريفية، يطلق عليها "خزانات الصرف" أو "خزانات النزح". وغالباً، ما تبنى هذه الخزانات من الخرسانة، أسفل المنزل الريفي، حيث تستقبل مياه الصرف الصحي. وتتعرض الفضلات الموجودة في الخزانات، إلى عمل البكتيريا، التي تحلل المواد العضوية، إلى غازات وفضلات، يطلق عليها "الدُّبَال"، فيما يخرج الماء المختلط بالفضلات، والذي يطلق عليه "سائل الصرف الصحي"، إلى التربة المحيطة بخزان الصرف، من طريق الخاصية الشعرية. وينزح خزان الصرف، على فترات، عند امتلائه بالدبال، الذي ينقل إلى محطات معالجة الصرف الصحي.

ويتوقف حجم شبكة الصرف الصحي اللازمة لكل مدينة علي عدة عوامل اهمها:

حجم هذه المدينة وعدد سكانها

انواع الانشطة المختلفة التي تدور في المدينة

طبيعة أستخدام المياه المعالجة سواء تم القاءها في المسطحات المائية اواستخدامها في الري.

والنقاط التالية تبين ملخص لمعظم اسباب معالجة المخلفات السائلة:

1. التخلص وازالة كلا من المواد العالقة والمواد الطافية
2. تحويل المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا الي مواد بسيطة
3. التخلص من المواد والكائنات المسببة للامراض
4. ازالة المغذيات النباتية كالنتروجين والفسفور
5. ازالة المواد السامة مثل التي تنتج من صناعة المركبات العضوية كالعناصر الثقيلة
6. المحافظة علي المصادر الطبيعية للمياة (السطحية والجوفية)
7. ازدياد الاهتمام بالمحافظة علي البيئة وازدياد الوعي البيئي
8. الحاجة الشديدة لكل قطرة ماء للزيادة الرهيبة في النمو السكاني

وهناك كثير من العوامل الهامة التي توثر علي كيفية ازالة الملوثات من مياه الصرف الصحي ومنها

أ- وفرة او ندرة مصادر المياة داخل البيئة المحلية

ب- وجود خزان جوفي للمياه

ت- درجة ونوعية الملوثات الموجودة داخل مياة الصرف الصحي

ث- طبيعة أستخدام المياه المعالجة سواء في القاءها في المسطحات المائية أو الري

ج- البعد الاقتصادي

ح- الاثار البيئية

● المعالجة المختلفة للمخلفات السائلة:

يتم التكامل بين عمليات المعالجة وتشغيل وحدات المعالجة بصورة معينة وذلك للحصول علي مستوي ودرجة معينة من درجات معالجة المخلفات السائلة، فتاريخيا يشار علي المعالجة التمهيدية والاولية للمياه الي وحدات المعالجة الفيزيائية وتشمل المصافي الميكانيكية واحوض ازالة الرمال وأحواض الترسيب الأبتدائي، بينما يشار الي المعالجة الثانوية الي المعالجة البيولوجية والكيميائية وتشمل أحواض التهوية وأحواض الترسيب النهائي والتطهير , والمعالجة المتقدمة أو الثلاثية فتعني دمج الثلاثة الفيزيائية والبيولوجية والكيمياوية معا في مشروع واحد

المعالجة التمهيدية للمخلفات السائلة:

تهدف هذه المعالجة التمهيدية هو المحافظة علي المعدات والمهمات الميكانيكية لمحطات مياه الصرف حيث يتم التخلص وابعاد المواد الطافية الكبيرة والمتوسطة في الحجم والتي يمكن ان يسبب وجودها تلف للمعدات الميكانيكية والكهربية.

يفصل، في هذه المرحلة، ويزال ما يتراوح بين 5 و10 % من المواد العضوية، القابلة للتحلل، بالإضافة إلى كمية تراوح بين 2 و20 % من المواد العالقة الأخرى. ولا تُعد إزالة هذه النسبة من الشوائب، كافية لإعادة استعمال الماء، في أي من الأغراض. لذا، فإن الماء الناتج من هذه المرحلة، ينقل إلى المرحلة التالية. وفي هذه المرحلة، تمرر مياه الصرف الصحي على خلاطات، لتحويل الفضلات العضوية، كبيرة الحجم، إلى فضلات أصغر حجماً. ثم يمر الخليط من خلال شبكات ومرشحات ومناخل، للتخلص من الفضلات غير العضوية. بعد ذلك، تجمع مياه الصرف في أحواض أولية، لتشبيع الخليط بالأكسجين، اللازم لعمليات التكسير والتحلل العضوي.

ومن أمثلة المعالجة التمهيدية المصافي الميكانيكية والتي تحجز فروع الاشجار وقطع الصفيح والورق والخشب.

وايضا أحواض حجز الرمال والتي تحجز الرمال الخشنة والحصي وبعض انواع الطمي، وتشمل ايضا وحدات فصل الزيوت والدهون بالطفو او بالتهوية الميكانيكية. والمعالجة التمهيدية لها دور كبير في في الصناعة فكثير من المصانع لديها وحدات معالجة تمهيدية حيث تمكنها هذه المعالجة الاولية من صرف مخلفات المصنع الي شبكة المجاري العامة للمدينة.

المعالجة الأبتدائية للمخلفات السائلة:

في المعالجة الأبتدائية يتم التخلص من جزء كبير من المواد العالقة والمواد العضوية من مياه الصرف (حوالي من 55 – 60% من المواد الصلبة العالقة و30–35 % من الأكسجين الحيوي المستهلك). وقد يصاحب المعالجة الأبتدائية وحدات معالجة فيزيائية مثل التصفية وفصل الزيوت والدهون ومن ثم فان المعالجة الأبتدائية هي معالجة مساعدة اولية للمعالجة الثانوية والمياه الناتجة عن المعالجة الأبتدائية ما زالت تحتوي علي كثير من المواد العضوية ويكون تركيز الأكسجين الحيوي المستهلك عالي نسبيا.

المعالجة الثانوية التقليدية للمخلفات السائلة:

تعرف المعالجة الثانوية بانها مجموعة من عمليات ووحدات المعالجة المتصلة ببعضها بهدف التخلص من نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ونسبة كبيرة من المواد العالقة الصغيرة في الحجم نسبيا والتي لم تترسب في المعالجة الأبتدائية مثل أحواض الترسيب الابتدائي (حيث يمكننا ازالة اكثر من 95% من المواد العضوية القابلة للتحلل في المعالجة الثانوية). بيولوجيا , واكثر من 96% من المواد العالقة.

وتجمع "الحمأة"، الناتجة من المراحل، التمهيدية والابتدائية والثانوية، وينقل إلى "خزان هضم الحمأة". لتتولّى البكتيريا تكسير المواد العضوية المعقدة، وتحويلها إلى مواد أقل تعقيداً، ويصاحب هذه العملية انطلاق غاز الميثان، الذي يستخدم مصدراً للوقود. ويجمع الحمأة، المتبقي من هذه العملية، ويجفف، ويستخدم كمخصبات للتربة.

ويعد التطهير والتعقيم من وحدات وعمليات المعاجة الثانوية في كثير من محطات المعالجة بينما يعتبره البعض من عمليات المعالجة الثلاثية او المتقدمة.

التحكم في المغذيات والتخلص منها:

يعد التحكم في المغذيات والتخلص منها مسالة هامة في عمليات المعالجة وذلك للاسباب الأتية:

1. صرف مياه ملوثة تحتوي علي كثير من المغذيات في مجاري الانهار ومصادر المياه العذبة تعد مسالة خطيرة حيث يمكن ان تودي الاسراع بتحلل وموت الانهار الذاتي وذلك لانعدام الأكسجين الذائب في النهر والذي يسببه وجود المغذيات بكثرة في المياه .
2. الصرف ايضا بدون معالجة يزيد من عملية التأزت والتي بدورها تودي الي تناقص واستنزاف الأكسجين الذائب في المياه والذي يؤثر علي الحياة النباتية داخل النهر ونمو وازدهار الطحالب.
3. أحتمالية تسرب المياه الملوثة بالمغذيات الي المياه الجوفية والتي قد تكون مصدرا من مصادر المياه العذبة لبعض المناطق مما يؤثر بشدة علي الصحة العامة. والمغذيات الجديرة بالاهتمام هي اساسا النتروجين والفسفور والذي يمكن ازالتهما بالمعالجة البيولوجية او الكيميائية او بهما معا , وفي كثير من الاحيان يكون التخلص من المغذيات متضمنا عمليات المعالجة الثانوية فعلي سبيل المثال تضاف بعض الكيماويات الي احوض التهوية لترسيب الفسفور في

أحواض الترسيب النهائي، او عكس عملية التأزت والتي يمكن ان تتبع عمليات الحمأة المنشطة.

المعالجة الثلاثية المتقدمة (الخاصة) للمخلفات السائلة:

تعرف عمليات المعالجة المتقدمة بانها درجة خاصة من درجات المعالجة والتي تلي وتتبع عمليات المعالجة التقليدية الثانوية لازلة بعض المكونات والملوثات في مياه الصرف مثل المغذيات والمواد السامة واية معدلات عالية غير طبيعية من المواد العضوية والمواد العالقة.

وفي هذه المرحلة، يُجرى عديد من العمليات الكيماوية والفيزيائية، للتخلص من مختلف الملوثات، التي لم يُتخلص منها، في المراحل السابقة، مثل الفسفور، والنيتروجين، والمواد العضوية الذائبة، وبعض العناصر السامة. وينتج من هذه المرحلة ماء، على مستوى عال من النقاء؛ إذ يُزال نحو 99.5 % من المواد العالقة الصلبة، والنيتروجين، والفوسفور، والزيوت العالقة والدهون. وتتضمن هذه العمليات: التخثر الكيماوي، والترسيب، الترويب بالكيماويات والتزغيب والطفو والترسيب الذي يلي الترشيح والترشيح الرملي، والامتصاص الكربوني، والتبادل الأيوني، والتناضح العكسي. وتُضاف مركبات الحديد والألومنيوم والكالسيوم، إلى ماء الصرف الصحي، فينتج، عند ذلك، تغير في صفات الماء، بما يؤدي إلى تلاصق الجسيمات، العالقة في سائل الصرف الصحي، بعضها ببعض، مكونة كتلاً صلبة أكبر حجماً، تترسب، فيُتخلص منها. وتسمى هذه العملية "عملية التخثر الكيماوي بغرض الترسيب" (**Chemical Coagulation and Sedimentation**).

ثم يمرر سائل الصرف الصحي، على مرشحات، تحتوي على طبقات من الرمل، سمكها نحو نصف متر. وتسمى هذه العملية "عملية الترشيح الرملي" (**Sand Filtrating**).

وللتخلص من الروائح الكريهة، يمرر سائل الصرف الصحي، على خزانات، تحتوي على الفحم الناشط، الذي يتحد بجزيئات الرائحة الكريهة. ويتبقى، في النهاية، أملاح، بتركيزات عالية، يُتخلص منها بعمليات التبادل، الأيوني والأسموزي العكسي.

وتتم عمليات التبادل الأيوني والتناضح العكسي لازالة وتخفيض نسبة الاملاح الذائبة، وتستخدم المعالجات المتقدمة الخاصة في حالات وتطبيقات منها كثيرة من اعادة وتدوير مياه الصرف للاستصلاح الزراعي وشحن المخزون الجوفي بالماء وأستخدام المياه الناتجة في التبريد والصناعة. ولقتل الميكروبات المعدية، يوضع الكلور، بتركيز 100 ملجم/ لتر، لمدة تراوح بين 15 و120 دقيقة. وبذلك، يتحول سائل الصرف الصحي، إلى مياه علي درجة عالية من النقاء، خالية من السمية والعدوى.

معالجة الحمأة (الرواسب الصلبة):

الجدول القادم يوضح كافة الطرق والعمليات التي يمكن عن طريقها معالجة المخلفات السائلة وهي تختص بمعالجة الجزء السائل منها، ولابد من الاخذ في الاعتبار ومراعاة طرق معالجة الحمأة الصلبة في تصميم محطات الصرف الصحي حيث ينتج من عمليات المعالجة كميات من المواد الصلبة في صورة حماءة نشطة يجب معالجتها وتثبيتها للحصول علي مواد ثابتة يمكن الآستفادة منها كسماد او يمكن التخلص منها بصورة امنة بيئيا.

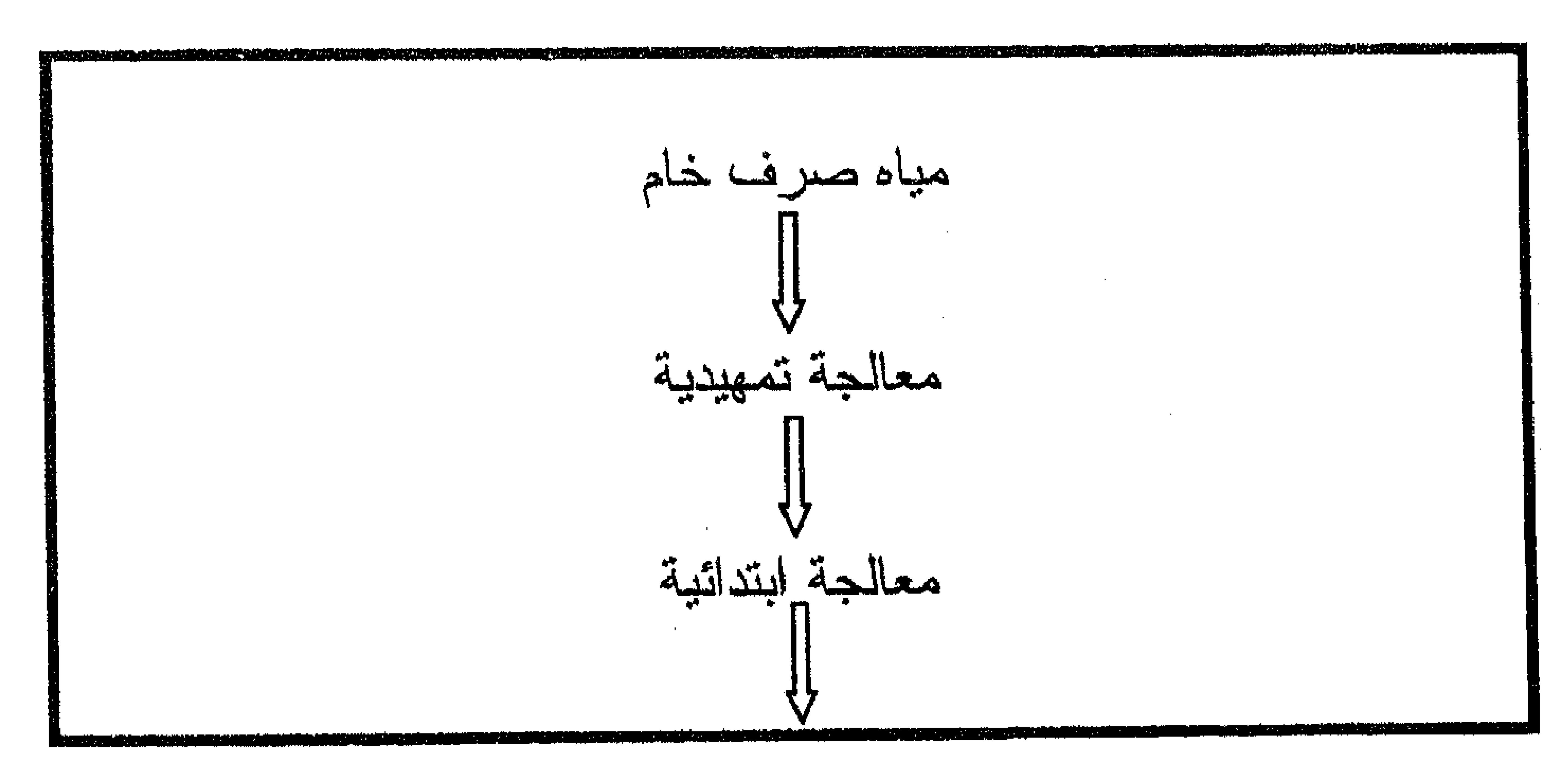
ويبين الجدول التالي أساسيات ومبادئ عمليات معالجة وتدوير الحمأة الصلبة

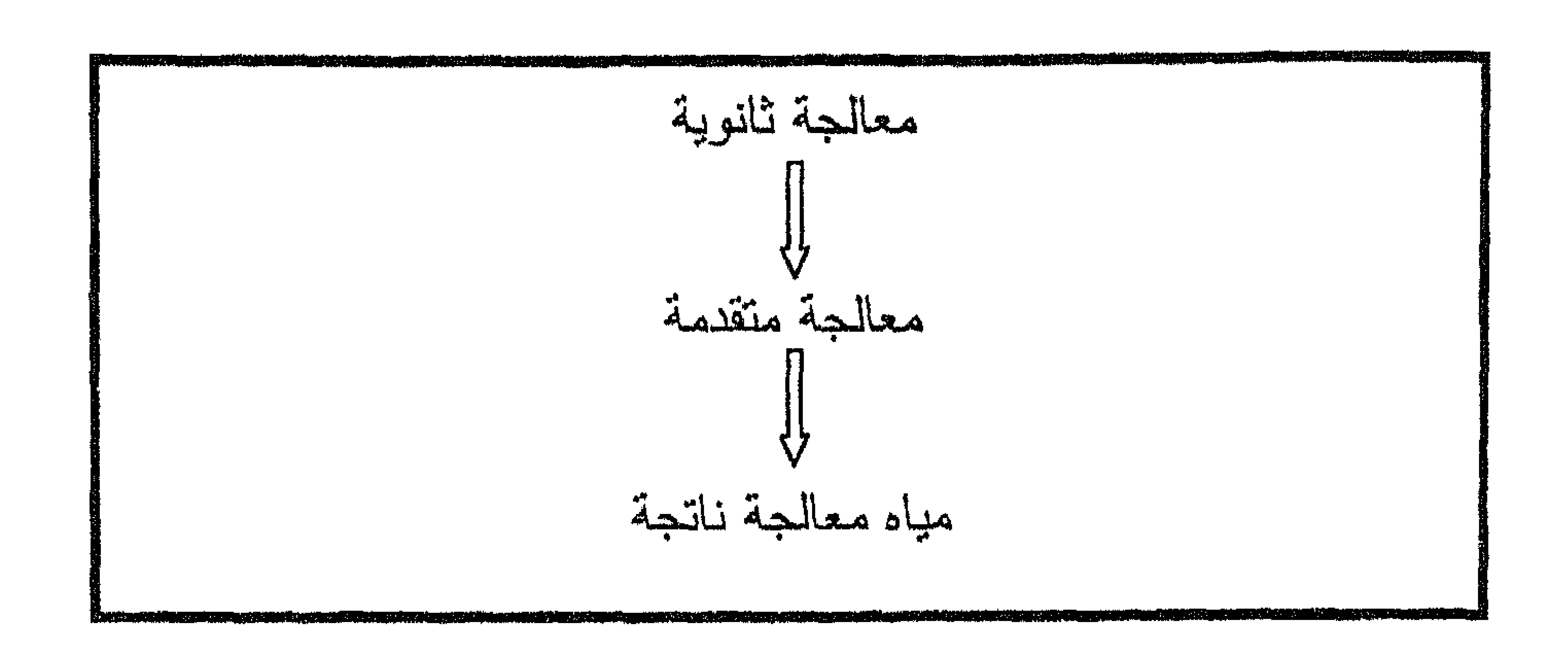
جدول رقم 7 -3

طرق المعالجة ووظيفتها **Processing or Disposal function**	وحدات وطرق المعالجة المعالجة Unit Operation, Unit Process or Treatment Methods
العمليات التمهيدية **Preliminary Operations**	Sludge Pumping ضخ الحمأة Sludge Grinding طحن الحمأة Sludge Blending and Storage خلط وتخزين الحمأة
التعليظ والتكثيف **Thickening**	Gravity Thickening التكثيف بالجاذبية Floating Thickening التكثيف بالطفو Centrifugation Thickening التكثيف بالطرد المركزي Rotary drum Thickening التكثيف بالسطوانات الدورانية
Stabilization التثبيت	Lime stabilization التثبيت بالجير Heat treatment المعالجة الحرارية Aerobic digestion الهضم الهوائي Anaerobic digestion الهضم اللاهوائي Compositing التحويل لمركبات ثابتة
التجفيف ونزع الماء **Dewatering**	Vacuum filter (التجفيف بالترشيح (بتفريغ الهواء Centrifugation التجفيف بالطرد المركزي Belt press filters التجفيف بالمرشحات المضغوطة Drying beds التجفيف بأحواض تجفيف الحمأة التجفيف في البرك والبحيرات

التجفيف بالمجففات المتغيرة Dryer variations التجفيف بالمجففات متعددة المراحل والتـــاثير Multiple effect evaporators	التجفيف الحراري **Heat drying**
التطهير الجزئي Pasteurization التطهيـــر بـــالتخزين الطويـــل الممتـــد Long – term Storage	التعقيم وتطهير الحمأة **Disinfections**
التجهيز الكيميائي Chemical Conditioning المعالجة الحرارية Heat Treatment	ظبط وتجهيز الحمأة **Conditioning**
القاؤها وفردها في الأرض Land Application التوزيـــع والتســـويق بـــالبيع Distribution and marketing شحن الأرض Landfill القاؤها في البحيرات Lagooning التثبيت الكيميائي Chemical fixation	التخلص النهائي من الحمأة **Sludge disposal**

وعموما فان معظم مشروعات معالجة مياه الصرف تشمل بعض او كل من مراحل المعالجة الاتية:





في المعالجة التمهيدية (الاولية): يتم التخلص وازالة المواد الثقيلة والكبيرة الحجم بالطرق الفيزيائية والطبيعية.

في المعالجة الابتدائية: يتم ترسيب المواد العالقة وبعض المواد العضوية وازالة المواد الطافية.

في المعالجة الثانوية (البيولوجية): اكسدة وتثبيت المواد العضوية الذائبة وتحويلها الى نوتج نهائية ثابتة بسيطة.

في المعالجة الثلاثية (المتقدمة): ازالة بعض الجسيمات والمواد الدقيقة واستعادة لبعض العناصر الموجودة في المياه وتنقية اكثر للمياه الناتجة.

ويوضح الجدول التالي نسب إزالة بعض الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي من خلال طرق المعالجة المختلفة الأولية والثانوية والمتقدمة.

جدول 7-5

الطريقة عنصر الإزالة	معالجة أولية %	معالجة ثانوية عملية الحمأة المنشطة%	معالجة متقدمة باستخدام		
			المرشحات الرملية%	امتصاص كربوني بعد التبادل الأيوني %	أكسدة كيميائية وتناضح عكسي %
الأكسجين الحيوي المطلوب	42	94	96	100	100
الأكسجين الكيميائي المستهلك	38	83	88	98	100
المواد الصلبة العالقة	63	91	99	100	100
نتروجين الأمونيا	18	70	80	100	100
الفوسفور	27	60	83	100	100
الكربون العضوي	34	89	90	100	100
الزيوت والدهون	65	94	94	97	100
العكارة	31	90	97	100	100
القلوية	–	38	89	–	–
اللون	15	56	70	93	93
المواد المسببة للزبد	27	79	79	92	92

اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة:

يشترط للموافقة علي اعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة ان تكون مطابقة للمعايير والاشتراطات الواردة في الجداول الاتية:

جدول 7-6

الحد الاقصي لمعايير اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المسموح بها ودرجة المعالجة

م	المعايير	الوحدة	المجموعة الاولي مياه خام ومعالجة ابتدائية	المجموعة الثانية معالجة ثانوية	المجموعة الثالثة معالجة متقدمة
1	الأكسجين الحيوي الممتص	جزء في المليون	300	40	20
2	الأكسجين الكيماوي المستهلك	جزء في المليون	600	80	40
3	المواد الصلبة العالقة	جزء في المليون	350	40	20
4	الزيوت والشحوم	جزء في المليون	0.0	10	5
5	عدد خلايا او بيض النيماتودا المعوية	العدد / لتر	5	1	1
6	عدد خلايا الكليفورم البرازي	العدد لكل 100 ملي	–	1000	100
7	اقصي تركيز للاملاح الكلية الذائبة (حسب درجة تحمل النبات)	جزء في المليون	حتي 2500	حتي 2000	حتي 2000

م	المعايير	الوحدة	المجموعة الاولي مياه خام ومعالجة ابتدائية	المجموعة الثانية معالجة ثانوية	المجموعة الثالثة معالجة متقدمة
8	نسبة ادمصاص الصوديوم (النفاذية)(حسب نوع التربة والنبات)	نسبة	25	20	20
9	تركيز البورون	جزء في المليون	حتي 5	حتي 3	حتي 3
10	تركيز الكلوريدات	جزء في المليون	حتي 350	300	300

جدول رقم (7-7)

المعدن	درجة المعالجة / المعايير			
	الوحدة	المجموعة الاولي مياه خام ومعالجة ابتدائية	المجموعة الثانية معالجة ثانوية	المجموعة الثالثة معالجة متقدمة
الكادميوم	جزء في المليون	0.05	0.01	0.01
الرصاص	جزء في المليون	10	5	5
النحاس	جزء في المليون	--	0.2	0.2
النيكل	جزء في المليون	0.5	0.2	0.2
الزنك	جزء في المليون	--	2	2
الزرنيخ	جزء في المليون	--	--	0.1
الكروم	جزء في المليون	--	--	0.1

المعدن	درجة المعالجة / المعايير			
	الوحدة	المجموعة الاولي مياه خام ومعالجة ابتدائية	المجموعة الثانية معالجة ثانوية	المجموعة الثالثة معالجة متقدمة
الموليبيدنم (الاعلاف الخضراء فقط)	جزء في المليون	--	0.1	0.01
المنجنيز	جزء في المليون	0.2	0.2	0.2
الحديد	جزء في المليون	--	5	5
الكوبالت	جزء في المليون	--	0.5	0.05

جدول رقم (7-8)

اعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة ودرجة المعالجة ونوع النبات والتربة وطرق الري

المجموعة	النباتات المسموح بزراعتها	الاحتياطات البيئية والصحية	طرق الري المناسبة	انواع التربة المقترحة
المجموعة الاولي مياه خام ومعالجة ابتدائية	الاشجار الخشبية	*عمل سياج حول المزارع *عدم التلامس مع المياه مباشرة *منع دخول الماشية للمزارع *اتخاذ الاجراءات	بالخطوط	خيفة القوام يصرح باستخدامها في الاراضي الصحراوية التي تبعد عن التجمعات السكنية بسافة 5 كليومتر مع مراعاة

المجموعة	النباتات المسموح بزراعتها	الاحتياطات البيئية والصحية	طرق الري المناسبة	انواع التربة المقترحة
		الصحية اللازمة للحماية من الاصابة بالكائنات الممرضة والعلاج		اجراء التقييم البيئي دوريا
المجموعة الثانية معالجة ثانوية	*اشجار النخيل القطن – الكتان – التيل – *محاصيل الاعلاف والحبوب المجففة *المحاصيل والفواكه القشرية *الخضروات التي تطهي *مشاتل الزهور.	*يمكن تربية الماشية غير المدرة للبن او منتجة للحوم *يجب طهي الطعام قبل تناوله	بالخطوط بالتنقيط	خفيفة ومتوسطة القوام
المجموعة الثالثة معالجة متقدمة	*النباتات التي تؤكل نيئة *النباتات القشرية * جميع انواع المحاصيل والبساتين *الاعلاف والمراعي الخضراء		جميع الطرق عدا الرش	جميع انواع التربة

(د) رابعا تنقية ومعالجة مياه الصرف الصناعية:

إن تطور طرق معالجة مياه الصرف الصناعي لم يبدأ إلا حديثا ولكنه كان سريعا وأسرع بكثير من تطور معالجة مياه الصرف الصحي. إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة و من مصنع إلى آخر ضمن الصناعة الواحدة، ومن يوم إلى يوم بل من ساعة إلى ساعة ضمن المصنع الواحد. لقد كان هذا الإختلاف تحديا لمهندسي معالجة المياه ليعتمدوا طرقا و تكنولوجيا محددة لمعالجة مياه الصرف الصناعي. مع التركيز أكثر فأكثر على مواصفات المياه النوعية فقد تركز الانتباه بقوة أكبر على الصناعة كمستهلك رئيسي للمياه و كمصدر رئيسي لتلوثها.

إن معالجة مياه الصرف الصناعي أمر لايمكن فصله عما يدعى "إدارة التلوث الصناعي أو إدارة النفايات الصناعية ".لأنه بعكس مسؤول التلوث الصحي فإن العامل في الصناعة يمكنه أن يمارس درجة من التحكم بكمية و نوعية ماء الصرف الصناعي و ذلك باختيار المواد الأولية و طرق التصنيع إختيارا جيدا. بما أنه كما ذكرنا أن كمية و تركيز ماء الصرف الصناعي تختلف من مصنع إلى مصنع ومن وقت إلى آخر و لذلك فإن أكثر طرق المعالجة فعالية هي تلك التي تصمم كجزء من إدارة الحد من التلوث و معالجة ما لا يمكن منعه.

2- مبادئ و إجراءات إدارة و معالجة النفايات الصناعية:

إن الخطوة الأولى في هذا المجال هي ما يدعى بالدراسة الأولية "و سوف نناقش هذه المسألة تحت العناوين الرئيسية التالية:

- ◊ تصنيف النفايات
- ◊ المسح الصناعي
- ◊ التحليل المعملي
- ◊ وإجراءات أخرى.

آ-تصنف النفايات:

الخطوة الأولى في الدراسات الأولية هي تصنيف النفايات، وكتصنيف أولي يمكننا القول القول أن هناك نفايات نفايات متلائمة ونفايات غير متلائمة مع أنظمة المعالجة البلدية.

1- الملوثات المتلائمة :الملوثات المتلائمة هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها من قبل الهيئات المدنية. معظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية تنتج نفايات خام تشبه بشكل أو بآخر النفايات البلدية ولو أن هناك إختلاف واسع في التركيز.

المعالجة اللأولية تتضمن عادة تصفية خشنة و ترسيب. و اما المعالجة الثانوية فيمكن أن تتضمن معالجة بالحمأة المنشطة و الفلاتر البطيئة و يمكن أن تتضمن أيضا عمليات بيولوجية هوائية أخرى تهدف إلى أكسدة و إتلاف الجزء الأعظم من المواد العضوية. تقاس هذه المواد العضوية و يعبر عنها عادة بعبارة الأوكسيجين العضوي المطلوب أو تقاس بطريقة غير مباشرة عن طريق معرفة - مثلا-الآكسيجين الكيميائي المطلوب أو الكربون العضوي الكلي. المواد القابلة للتحلل البيولوجي يمكن أن تزال بنفس الطرق شريطة عدم الأضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أوقيم حرجة من pH ودرجة الحرارة...الخ).

التعقيم ليس عملية مطلوبة عادة في معالجة النفايات الصناعية ولكن وجود هذه النفايات في الصرف الصحي لا يتنافر عادة مع عملية الكلورة. هناك بعض الكيماويات المرجعة مثل السلفيدات والسلفيتات (الكبريتات) ومركبات الحديد التي تزيد من كمية الكلور اللازمة ,لكن هذه المواد يجب أن تكون قد أبعدت أو استهلكت قبل أن تصل النفايات إلى مرحلة الكلورة التي عادة ما تكون المرحلة الأخيرة.

2- الملوثات غير المتلائمة: بعكس نفايات الصناعات الغذائية و بعض الصناعات العضوية التي يمكن معالجتها بنفس العمليات التقليدية المتبعة لمعالجة الصرف البلدي فإن نفايات كثير من الصناعات تتضمن ملوثات لا تتلائم مع تلك الطرق من المعالجة. أخطر أنواع عدم الملائمة هي تلك التي تتدخل في تشغيل عملية المعالجة كأن تحتوي على مواد سامة تحد أو تتلف الكائنات الحية التي تقوم بالعملية البيولوجية.

هذه السموم تتضمن السيانيد والمعادن الثقيلة والحموض والزيوت البترولية والشحوم البترولية. هذه المواد عندما تكون بتراكيز صغيرة تمثل نوعا آخر من عدم الملائمة, ففي هذه الحالة فإن الملوثات لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير ما عدا أنها تخضع إلى درجة ما من التمديد.

بالإضافة إلى الملوثات غير المتلائمة السابقة فإن هناك بعض المواد التي يحظر كليا دخولها إلى شبكة الصرف الصحي البلدي و هذه تتضمن :المواد القابلة للإشتعال والإنفجار – النفايات الآكلة – المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب بعض الإنسدادات.

إن التصنيف النهائي للملوثات من حيث كونها متلائمة أو غير متلائمة يجب أن يعتمد على دراسة نظام الصرف البلدي المراد طرحها فيه. نظم المعالجة الحديثة أو إقامة وحدات كيميائية -فيزيائية مستقلة عند محطات معالجة الصرف الصحي تتضمن ضبط pH و إضافة بعض الكيماويات التي من شأنها إزالة بعض المواد اللاعضوية هذه الإجرآت يجب أخذها بعين الإعتبار عند تحديد التراكيز المقبولة من هذه المواد اللاعضوية المسموح بطرحها في تيارات الصرف.

إن تصنيف النفايات كخطوة أولى في الدراسة الأولية من شأنه أولا أن يساعد في إعداد لائحة للملوثات المتوقع مواجهتها في الصناعة وهذه الائحة هامة في إعداد المسح المصنعي، وثانيا فهو يساعد في إختيار نوع عمليات المعالجة.

ب- المسح الصناعي:

لا يوجد مصنعان لهما نفس الماء الملوث ولكي نعـرف المشـاكل المتعلقـة بالماء الملوث لابد من دراسة خاصة للمصنع.

الهدف الرئيسي لمسح الماء الملوث هو الحصول على حقـائق و معطيـات ضرورية لتطوير برنامج إدارة متكامل للنفايات هذا البرنامج ينبغي أن يتضمن أكثر من نظام معالجة للنفايات ,فهو يجب أن يبدأ بوضع إدارة ماء فعالة تقود إلى التوفير في صرف الماء و إلى التقليل من الماء الملوث الواجب معالجته.هنا يمكن أن تكون البيانات المتعلقة بصناعات مشابهة ذات فائدة لأنها تقدم أرقاما للمقارنة.

من المعتاد أن تعتبر هذه الدراسة المصنع بكامله وحدة متكاملة. زمن المسح يجب تحديده مسبقا و لكن يجب أن لا يقل هذا الزمن عن 24 ساعة ويمكن أن يمتد إلى أكثر من 14 يوم أو يمكن أن يشمل فصلا كاملا. خلال المسح يجب قياس كل تدفقات الماء الملوث وأخذ عينات من عدة نقاط منها. يجـب تسـجيل المعطيـات المتعلقة بالأنتاج في فترة المسح. أخيرا ففي مرحلة التخطيط للمسح يجب تـدريب كادر المسح بحيث يعرف كل شخص مسؤولياته وواجباته و يحضر نفسه للقيام بها.

ج- التحليل المعملي:

إن طرق التحليل الواجب اتباعها في تحليل المياه الملوثة الصناعية هي طرق موثقة ومحددة في طـرق معياريـة تحـددها الجهـات التشـريعية فـي البلـد. اذا كان أحد أهداف المسح الحصول على معطيات لفريق المعالجة فإن التحليل يمكن أن يشمل بعض الأختبارات المخبرية مثل إختبارات الترسـيب لإزالـة المعلقـات الصلبة , تحديد منحني pH لتعديل المـاء الملـوث و إختبـارات علـى التحلـل البيولوجي...إلخ.

2-2. طرق صناعية لمعالجة التلوث أو الحد منه:

آ- الحد من التلوث ضمن المصنع:

الخطوة المنطقية الأولى في حل مشكلة التلوث هي منع التلوث في مصدره، أي هي الغاء تشكل النفايات بدلا من معالجتها. إذا لم يكن ممكنا القضاء على التلوث بشكل كامل فمن المفيد التقليل من حجمه وشدته إلى أقصى حد ممكن. إذن يجب أن يكون من أولى أهداف مسح تلوث الماء الإشارة إلى إمكانات الحد من التلوث داخل المصنع. الحد من التلوث داخل المصنع يمكن تحقيقه بإجراء تعديلات على العمليات التصنيعية، بتحسين المواد الخام , بإستيراد المواد الاقل احتواء علي الملوثات، وتجميع النفايات. يجب قبل كل شئ إعتبار الماء مادة خام و أن الماء الملوث هو ناتج ثانوي لعملية التصنيع. إذا تم تقبل هذه الحقائق فمن المنطقي عندئذ تطبيق مبادئ ضبط الجودة على إنتاج الماء الملوث.

ب- معالجة التلوث:

تتنوع طرق معالجة التلوث تنوعا كبيرا وهذه التقنيات تتضمن عمليات تستخدم لمعالجة الصرف الصحي بالإضافة إلى التقنيات الخاصة بكل صناعة ويعتمد إختبار إجراء المعالجة – أو سلسلة الإجراءت – على نوع التلوث المراد إزالته وعلى درجة الإزالة. هناك عوامل أخرى يجب أخذها بعين الإعتبار مثل كمية المياه الملوثة المراد معالجتها ,وتراكيز الملوثات في الماء ,والتغيرات التي تطرأ على كمية الماء والتراكيز,.. المناخ ...الخ.

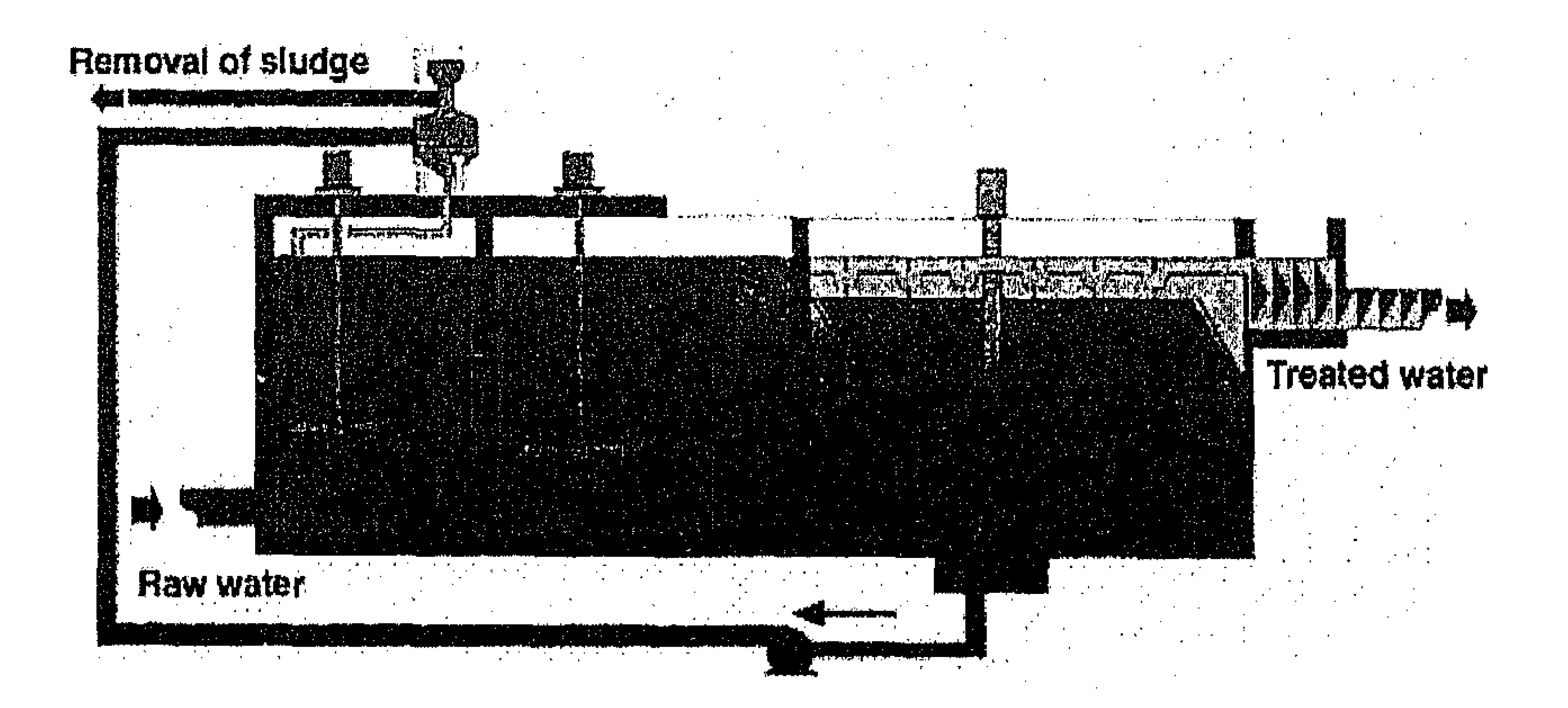
اهم الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصناعي وغالبا ما تهتم المعالجة الثانوية القياسية لمياه الصرف بالتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل والمواد العالقة والبكتريا الممرضة. ويبين الجدول التالي اهم الملوثات في مياه الصرف الصناعي.

جدول 7-9

الملوث	أهميتـــــــه
المواد الصلبة العالقة	وهي المواد التي تكون عالقة بذاتها داخل المياه سواء كانت عضوية او غير عضوية ويؤدي كثرتها الي زيادة ترسيب الحمأة, والي زيادة ترسيبات الحمأة وتكوين ظروف لاهوائية في البيئة المائية عند صرفها. والمواد العالقة بكثرة تعيق انظمة الري في حالة أستخدام المياه المعالجة في الري والزراعة, وفي بعض الحالات وجود تركيزات عالية من المواد العالقة ان تقلل من كفاءة تطهير وتعقيم المياه المعالجة وذلك لحجبها كثير من المواد الممرضة.
المواد المغذية (مواد الاثراء الغذائي)	وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الدقيقة تحتاج المغذيات في نموها وتكاثرها ولو بنسب ضئيلة. من أهمها النتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئة المائية كالانهار والبحيرات تؤدي الي نمو الطحالب غير المرغوب فيها، وايضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالأسماك نتيجة للاختناق , ولو تسربت للارض تسبب تلوثا للمياه الجوفية.
الملوثات ذات الاهمية القصوي	وهي مركبات عضوية وغير عضوية تم احتيارها علي اساس كونها (او الشك في كونها) مواد مسرطنة او تسبب تشوهات خلقية او تغير في الجينات او ذات سمية عالية، وتوجد هذا المواد بكثرة في مياه الصرف ومن امثلتها مركبات الكلورامين والترايهالوميثان.
المواد العضوية صعبة التحلل	وهي مواد لها القدرة علي مقاومة طرق المعالجة التقليدية ويصعب تحللها بيولوجيا مثل المنظفات الصناعية والفينول والمبيدات الزراعية ولعض انواع المطهرات .

الملوث	أهميتــــــــه
المعادن الثقيلة	تاتي العناصر الثقيلة لمياه الصرف الصناعي عن طريق المصانع خلال صرفها الصناعي وهي تسبب سمية شديدة وتلوثا كبيرا وذلك في حالة اعادة أستخدام المياه المحتوية علي تركيزات معينة منها , ولذلك ينصح بعدم أستخدام المياه المحتوية علي العناصر الثقيلة في الري والزراعة قبل ازالتها والتخلص منها تماما. ومن امثلة العناصر الثقيلة الرصاص والزئبق والكادميوم والنيكل والحديد والنحاس والكروم
الاملاح الغير العضوية الذائبة	مثل الصوديم والكبريتات وتصل الي مياه الصرف نتيجة أستخدام المياه المحتوية علي تلك العناصر كبعض المنظفات الصناعية والصابون والمطهرات الصناعية , وعند اعادة استخدام هذه المياه يجب ازالة هذه المواد.

صورة لمخطط يصف احد مشاريع معالجة مياه الصرف الصناعي



الطرق الشائعة لمعالجة مياه الصرف الصناعية:

يتم تحديد درجة المعالجة المطلوبة من خلال وضع أهداف المعالجة للمشروع ومراجعة جميع القوانين واللوائح المعنية وأخيرا مقارنة خصائص مياه الصرف مع متطلبات القوانين. وبذلك يتم تحديد وتقييم البدائل المتاحة للمعالجة والتخلص وإعادة الأستخدام ثم يتم اختيار البديل الأنسب. ويتم التخلص من الملوثات فى مياه الصرف بأساليب إما فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، منفردة أو متجمعة.

وعموما فان معظم الملوثات الموجودة في المخلفات السائلة الصناعية يمكن ازالتها والتخلص منها بالطرق الفيزيائية او البيولوجية اوالكيميائية.

وتصنف تبعا لوظائف كل طريقة الى الاتي:

عمليات المعالجة الفيزيائية	Physical Treatment Processes
عمليات المعالجة البيولوجية	Biological Treatment Processes
عمليات المعالجة الكيميائية	Chemical Treatment Processes

ويتم اختيار طريقة المعالجة تبعا لظروف كل مشروع وحسب الحاجة والغرض المنشا من اجلها وحدات المعالجة، فيمكن ان تقتصر على المعالجة الفيزيائية او البيولوجية، كما يمكن دمج اكثر من طريقة للمعالجة وهذا هو الشائع اذا لا يخلو اي مشروع من وحدات فيزيائية بجانب وحدات كيميائية او بيولوجية.

العمليات الفيزيائية Physical Treatment Units

وهى العمليات التى تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية وكانت هذه الطرق هى أول الطرق المستعملة فى معالجة مياه الصرف لأن معظمها نشأت عن تأملات الأنسان الأول فى الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية – الخلط – الترويب – الترسيب – التعويم أو الطفو – الترشيح – حركة الغازات.

وتعتمد طرق المعالجة الفيزيائية علي الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الأنسان , اي القوي الموثرة هي قوي طبيعيـة التـي لاحظهـا واكتشفها الأنسان داخل البيئة المحيطة.

ووحدات المعالجة الفيزيائية هي دائما الوحدات التمهيديـة والاوليـة لكـل مشاريع معالجة المخلفات السائلة، حيث يبدا كل مشروع بوحدات معالجة فيزيائيـة كمرحلة اولي من مراحل المعالجة.

ومن أهمها التصفية، ازالة الرمال، الترشيح، الترويب، الطفو، الادمصاص، الترسيب والتناضح العكسي.

الفصل الفيزيائي للأطوار:

و هي فصل الطور الصلب عن السائل ,و كذلك فصل الآطوار غير المائية – مثل الزيت – عن الطور المائي. فصل الغاز عن السائل ليس له كبير أهمية ولكنه قد يكون له أهمية في بعض أنواع التلوث.

إن عملية فصل المواد الصلبة هي الخطوة الرئيسية في كل أنظمـة معالجـة التلوث.

في المرحلة الآولى يتم فصل المواد الصلبة عن طريق الترسيب أي الإستفادة من الجاذبية لتحقيق عملية الترسيب. يمكن لهذه العملية أن تتم في مرحلتين، حوض إزالة الرمال وهو حوض ذو زمن مكوث قصير لإزالة الرمـال الثقيلـة سـريعة الترسيب ذات القطر ما بين 0.1–0.2 مم وتصمم الاحواض هـذه بحيـث تكـون سرعة الجريان 0.3 م/ثانية , و الحوض الثاني حوض الترسيب الاولـي لإزالـة المواد الصلبة بطيئة الترسيب إذ يبلغ زمن المكوث هنا أكثر من ساعتين. القطرات الزيتية الأخف من الماء تطفو على السطح في نفس الوقت الذي تترسب فيه المواد الصلبة الأثقل من الماء إلى قاع الحوض. كلا الطبقتين السفلى التي تشكل الحمـأة

والعلوية التي تشكل الفيلم الزيتي أو الزبد يجب إزلتها بآلية مناسبة تعمل بشكل مستمر أو متقطع.

يمكن تحسين فعالية الترسيب بإضافة عوامل تخثير كيميائية تجمع الجزيئات الصغيرة في جزئيات كبيرة، او بزيادة زمن الترسيب ولكن الخيار الأخير يتطلب أحواضا" كبيرة بالإضافة الى انه قد ينشأ عنه مشكلة تحول منطقة الحمأة الى منطقة لا هوائية.

نفس تقنيات فصل المواد الصلبة يمكن استخدامها من اجل الترسيب النهائي بعد المعالجة الكيميائية او المعالجة البيولوجية عن طريق احواض الترسيب النهائية التي تهدف الى ازالة المواد الصلبة المتبقية التي استطاعت العبور من خلال احواض الترسيبالاولية، والاهم من ذلك انها تزيل المواد الصلبة الجديدة المتشكلة بالتفاعلات الكيميائية و البيولوجية. الترقيد النهائي يمكن ان يتم في مرحلتين الاولى في خزانات تقليدية تزال الحمأة فيها بطرق ميكانيكية و الثانية في برك صقل كبيرة بحيث يجب ان تتوفر مساحات كبيرة من الأرض.

في انظمة المعالجة يمكن إضافة مروقات في مختلف مراحل الترسيب إذا كانت كميةالمواد الصلبة كبيرة، أو يمكننا الإستغناء عن الترقيد الأولي إذا كانت نسبة المواد الصلبة منخفضة كما هو الحال في معامل الحليب وتعليب اللحوم و غيرها.

إزالة الزيت بالترسيب يخضع إلى نفس المبادئ السابقة و يمكن أن يتم في نفس التجهيزات، ولكن هناك أجهزة فصل صممت من قبل معهد البترول الآمريكي (API) لاستخدامها مع المياه ذات المحتوى الكبير من الزيوت كتلك التي نواجهها في مصافي البترول. الزيوت المنحلة و المستحلبة لا يمكن إزالتها بالترقيد –مثلها مثل المواد الصلبة المنحلة – وإنما تحتاج إلى معالجة كيميائية مسبقة.

بما أن كل تقنيات الترسيب تعتمد على الفرق في الوزن النوعي بين المواد الصلبة (أو الزيتية) والماء لذلك فإن كان هذا الفرق صغيرا فإن كفاءة الترسيب

سوف تكون منخفضة و يتطلب زمنا طويلا. يمكن حل هذه المشكلة باستخدام تقنية التعويم. في هذه التقنية يعمد الى ضخ هواء مضغوط في الماء وعند إزالة الضغط عن الماء يتحرر الهواء من المحلول بتشكيله فقاعات تحمل على سطوحها جزيئات المواد الصلبة.

أكثر الصناعات إستخداما لتقنية التعـويم المصـافي البترولية و المعامـل الكيميائية حيث يعمد إلـى معالجـة المـاء الملـوث بـالزيوت بهـذه الطريقـة. التصفية تقنية أبسط من الترسيب لكنها محددة لأنها تفصل الجزيئات ذات الحجـوم الكبيرة فقط. تستخدم المصافي الخشنة-كالحواجز ذات القضبان-عند مداخل وحدات المعالجة و هي ذات فتحات كبيرة من مرتبة 12 إنش تقريباو يمكن الإستغناء عنها عندما لا توجد مواد صلبة بهذه الحجوم. وهناك المصافي الناعمة تستخدم لإزالـة الجزيئات الصغيرة وهذا يقلل من العبء على أحواض الترقيد يحمي الانابيب مـن الانسداد والمضخات من العطب، والأهم من ذلك أن وجود الجزيئات الخشنة يعيق إزالة المواد الصلبة الناعمة بوحدات الترسيب. الجزيئات الصلبة الناعمة التـي لا يمكن إزالتها بالمصافي يمكن فصلها بالفلترة.

أساس وسط الفلترة يكافئ المصافي الناعمة و هو يتـألف مـن القمـاش أو الورق أوفرشة من المواد الصلبة نفسها على وسط الفلترة. الفلترة قلما تستخدم مـع الماء الملوث الخام لأنها تحتاج في هذه الحالة إلى عمليات تنظيف متكررة ,و إنمـا تستخدم في عمليات الترويق النهائية خصوصا عنـدما لا يسـمح ضـيق المكـان بإستخدام برك الاكسدة. ويبين الجدول التالي أهم الطرق الفيزيائية للمعالجة والهدف من كل طريقة ودورها في المعالجة.

جدول 7-10

الطريقة الفيزيائية	الهـــدف منـــهـــا
المصافي Screens	حجز وفصل المواد والاجسام الكبيـرة والمتوسـطة مثل الخشب والورق والصفيح والشجر
ازالة الرمال Sand and grit removal	ازالة المواد الصلبة الغير عضـوية مثـل الرمـل والحصي
الطحن Grinding	طحن المواد الصلبة وتحويلها الي مواد اصغر
الترشيح Filtration	تركيز المواد الدقيقة
الترويب Coagulation	ترويب وترسيب المواد الصلبة الغير قابلة للترسيب الذاتي
الترسيب Sedimentation	ازالة وترسيب المواد القابلة للترسيب
التناضح العكسي Reverse Osmosis	فصل المواد الصلبة الذائبة وبعض الأيونات
الطفو Floatation	ازالة المواد الصلبة والسائلة ذات الكثافة النوعيـة القليلة
الطرد المركزي Centrifugation	تركيز المواد الصلبة
التجميد Freezing	تركيز السوائل والحمأة
التبادل الايوني Ion Exchange	فصل وتركيز المواد
الادمصاص Adsorption	تركيز والتخلص من الشوائب واثار ومتبقيات المواد والعناصر

الترسيب بالجاذبية كاحد عمليات المعالجة الفيزيائية:

الغرض من الترسيب بالجاذبية وهو ما يسمي بالترسيب الطبيعي هو إزالة أكبر كمية من المواد الصلبة العالقة ذات الكثافة الأعلى من المياه في أحواض خاصة تمر فيها المياه في فترة معينة وتحت ظروف تساعد على هبوط المواد العالقة إلى قاع هذه الأحواض بتأثير جاذبية الارض وهى من وحدات التشغيل الأكثر شيوعا فى معالجة الصرف.

نظريـة الترسيب:

الترسيب هو التخلص بفعل الجاذبية من المواد العالقة والتي يزيد وزنها عن الوزن النوعي للماء. وتزداد كفاءة الترسيب مع زيادة حجم الاجسام العالقة وزيادة كثافتها النوعية كما في حالات الترسيب العادي sedimentation plain. ويتم الترسيب العادي بتاثير الجاذبية طبقا لقانون ستوك Stock s law

وتستخدم عمليات الترسيب فى إزالة الرمال فى أحواض الترسيب الأولية وفى فصل الحمأة النشطة فى المعالجة البيولوجية وكذلك فى فصل الرواسب فى المعالجة الكيمائية وفى عمليات تثخين الحمأة.

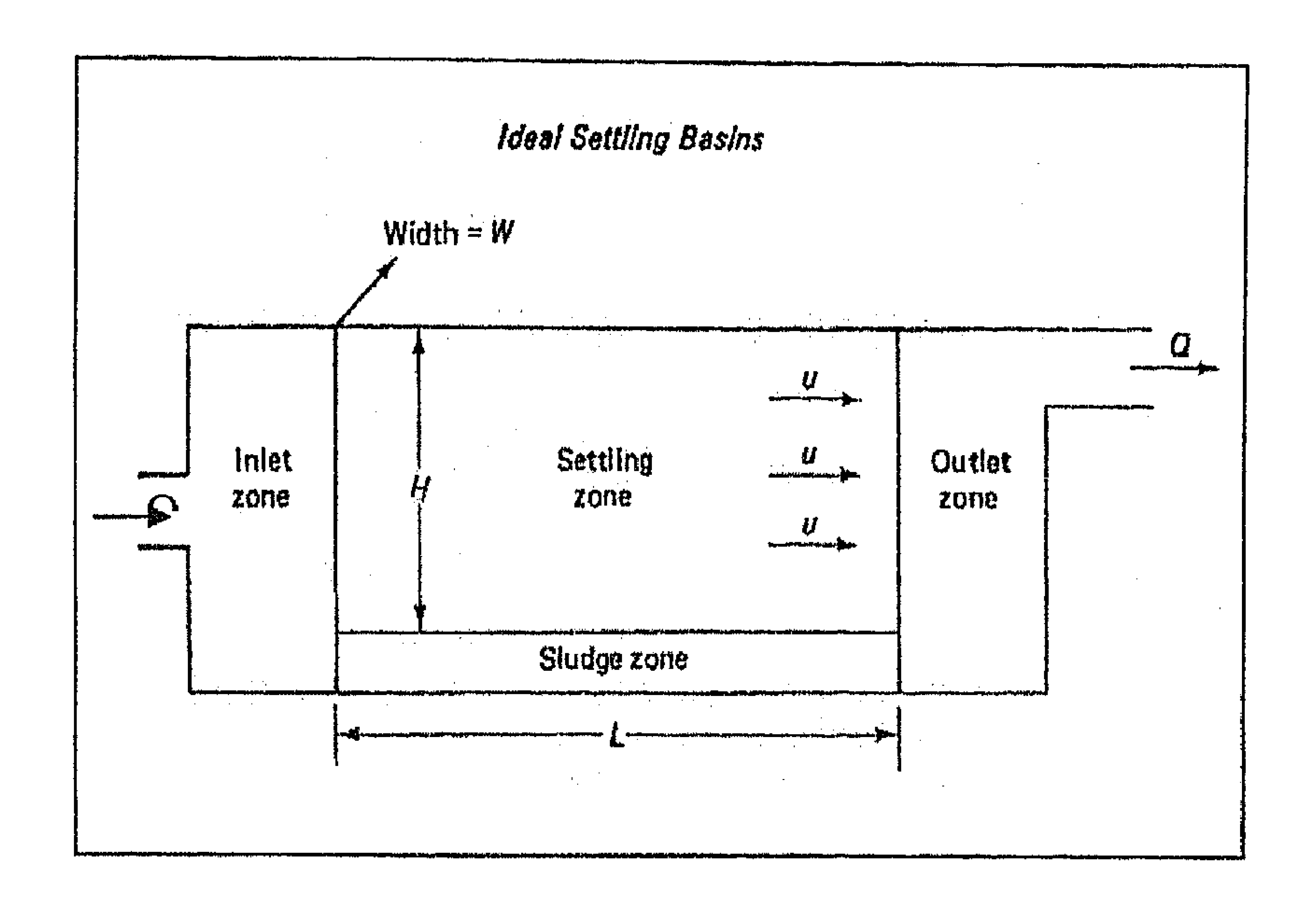
أحواض الترسيب الشائعة

هذه الأحواض تعتبر من أحسن الأحواض للترسيب الطبيعي وفيها توجد المياه بحيث تسير في الحوض أفقيا بسرعة لا تصل إلى الحد الأدنى الذي يعوق عملية الترسيب على أن تكون هذه السرعة منتظمة في الحوض. وهذه الأحواض إما مستطيلة أو مربعة أحيانا في المسقط الأفقي وهي الأكثر استعمالا في عمليات الترسيب الطبيعي كما هو مبين بالشكل.

ويتكون الحوض من 4 مناطق:

- المنطقة الداخلية: وفيه يتم توزيع المياه على المقطع الأفقي للحوض.
- منطقة الترسيب: وفيها ترسب المواد العالقة.

- المنطقة الخارجية: وفيها يتم تجميع المياه الرائقة.
- منطقة الحمأة: وفيها تتجمع المواد الصلبة فى أسفل الحوض ثم يتم إزالتها نهائيا.



ولكي يتم ترسيب أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة لابد ان تتوافر عوامل هندسية مختلفة في تصميم وتشغيل أحواض الترسيب ومن هذه العوامل:

(أ) السرعة الأفقية للمياه في الاحوض

(ب) المساحة السطحية للأحواض

(ج) مداخل الأحواض ومخارجها

(د) طريقة سحب الرواسب من الأحواض

ويضاف الي هذه العوامل عوامل اخري تؤثر علي كفاءة الترسيب منها:

1- تركيز المواد العالقة في المياه.

2- شكل المواد العالقة.

3- كثافة وحجم المواد العالقة.

4- مدة بقاء المياه في الحوض.

5- سرعة جريان المياه في الحوض.

6- المساحة السطحية للحوض ونسبة الطول الي العرض.

7- التيارات الثانوية.

8- اختصار المياه لمسارها.

9- طريقة تنظيف الحوض من لرواسب.

التعـويم كاحد عمليات المعالجة الفيزيائية:

التعـويم (Flotation)

وحدة التعويم هى الوحدة التى تستخدم فى فصل الجزيئات الصلبة أو السائلة من مياه الصرف. تتم عملية الفصل بواسطة إدخال غاز خام (عادة فقاعات هواء) إلى مياه الصرف. تلتحم الفقاعات بالجزيئات حيث تكفى قـوة الطفـو للجـزيء المركب مع الغاز لرفع الجزيء إلى السطح. وبذلك يمكن للجزيئات التى لها كثافة أعلى من السائل أن تطفو.

يتم استخدام التعويم لإزالة المواد العالقة وزيادة تركيز الحمأة البيولوجيـة. الميزة الأساسية لعملية التعويم عن الترسيب هى أن الجزيئات الصـغيرة جـدا أو الخفيفة يمكن إزالتها بشكل كامل وفى وقت قصير. وعندما تطفو الجزيئـات إلـى السطح فإنه يتم إزالتها بواسطة عملية الكشط.

أنواع أنظمة التعويم:

□ **التعويم الهوائي:**

فى هذا النظام تتكون فقاعات الهواء بإدخال الغاز إلى مياه الصـرف عبـر مضخة دوارة خلال المشتت. عملية التهوية بمفردها ليست كافيـة علـى المـدى القصير للتأثير فى عملية الطفو للمواد الصلبة بالرغم من نجاح مثل هذه الوحدات فيما يتعلق بمياه الصرف التي تكون زبدا وهو عبارة عن حمأة طافية على السطح (scum).

□ **التعويم اللاهوائي** (Vacuum flotation):

هذه العملية تتكون من تشبع مياه الصرف بالهواء إما مباشـرة فـي خـزان هوائي أو عن طريق السماح للهواء بالدخول من جانب السحب (الشفط) في مضخة الصرف. تطفو الفقاعات والجزيئات الصلبة الملتصقة بها إلى السطح مكونة طبقـة رغوية والتى يتم إزالتها بطريقة الكشط. ويتم تجميع الـزلط والجزيئـات الصـلبة الثقيلة المترسبة فى القاع فى الوسط كحمأة تمهيدا لإزالتها.

التجميع كاحد عمليات المعالجة الفيزيائية

التجميـع (Coalescence)

يستخدم أيضا لإزالة التركيزات المنخفضة من الزيوت الحرة والعالقة ويـتم استخدامها كوحدة عمليات مستقلة أو كمرحلة نهائية لمعالجة الصرف الخارج مـن أنواع مختلفة من وحدات فصل الزيوت. تتكون وحدة التجميع من طبقات من المواد الماصة للزيوت مثل القشور والراتنجات والقش والبلاستيك فى صورة شرائح دقيقة أو كرات أو على هيئة حلقات. وتجتذب المواد الماصة للزيوت قطـرات الزيـت الحرة الصغيرة بالإضافة إلى بعض أنواع الزيوت المسـتحلبة. وتلـتحم جزيئـات الزيت بالمادة مكونة قطرات أكبر ثم ترتفع إلى السطح.

العمليات الكيميائية Chemical Treatment Processes

وهى العمليات التى تعتمد على حدوث تفاعل كيميائي من أجل التخلص مـن الملوثات أو تحولها إلى مواد يسهل فصلها من مياه الصرف. ومن أكثـر الطـرق الكيميائية شيوعا فى هذا المجال: الترسيب والامتزاز والتطهيـر. تـتم المعالجـة بالترسيب الكيميائي من خلال تكوين راسب كيميائي. وفى معظم الأحيان يحتـوى هذا الراسب على المكونات التى قد تفاعلت مع الكيماويات المضافة إلـى جانـب المكونات الأخرى التى قد ترتبط بالمواد المترسبة وتفصل معهـا. أمـا الامتـزاز فيعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسطح المواد الصلبة.

وهي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها ازالة او تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق اضافة الكيماويات او عن طريق التفاعلات الكيميائية، ومن أمثلة هذه العمليات الكيمائيةالاكسدة الكيمائية واستخدام الاوزون والارجاع الكيميائي (مثل ارجاع الكروم السداسي التكافؤ الى ثلاثي التكافؤ) مما يسهل ازالته.

ويعد الترسيب الكيماوي والادمصاص التطهير من اكثر العمليات شيوعا في معالجة مياه الصرف الصناعي.

فمثلا الترسيب الكيميائي (بأستخدام الكيماويات) يتم بأستخدام مرسبات كيمائية لتنشيط والآسراع بعملية الترسيب حيث يترسب كلا من المرسب والمادة المراد ترسيبها، بينما يتم الادمصاص كمثال اخر للمعالجة الكيمائية عن طريق ازالة الملوثات من المياه الملوثة علي سطح مادة الادمصاص بفعل قوي التجاذب بين الاجسام.

وتتمثل المعالجة الكيميائية في عمليات التطهير باضافة الكلور والتي تعرف بالكلورة، وايضا اضافة بعض البوليمرات او الكيماويات التي تساعد علي تجفيف وازالة الماء من الحمأة الناتجة من مراحل الهضم اللاهوائي.

وعامة في مجال معالجة مياه الصرف الصناعي تستخدم وحدات المعالجة الكيميائية مرتبطة ومكملة لوحدات المعالجة الفيزيائية

وتطبيقات المعالجة الكيميائية يصفها الجول التالي ويبين استخدام مواد كيميائية عديدة لتحسين نتائج ونواتج تشغيل وحدات المعالجة الاخري.

جدول 7-11

تطبيق عملية المعالجة والغرض منها	عملية المعالجة
مثل عمليات ازالة الفسفور وعمليات تحفيز واسراع ازالة المواد العالقة في وحدات الترسيب الابتدائي.	الترسيب الكيمائي Chemical precipitation
ازالة المواد العضوية والتي لم تـزال بواسـطة طرق المعالجة الكيماوية والبيولوجية التقليدية.	الأدمصاص Adsorption
تدمير وقتل الكائنات المرمضة بوسائل التطهير المتعددة.	التطهير Disinfection
تدمير وقتل الكائنات الممرضة باستخدام الكلـور او مركباته , كأحد اكثر الطرق شيوعا في تطهير مياه الصرف الصحي.	التطهيـر بـالكلور (الكلـورة) Chlorination
ازالة الكلور الكلي المتبقي المتحد والـذي قـد يكون موجودا بعد عملية التطهير بالكلورة.	نزع الكلور Dechlorination
ظبطقيمة الاس الهيدروجيني.	التعادل Neutralization
ازالة الجزيئات الكبيرة وبعض المغذيات	الترشيح Filtration
ازالة الايونات وبعض العناصر الغير مرغـوب فيها.	التبادل الايوني Ion Exchange

المعالجة الكيميائية لها بعض العيوب بالمقارنة بطرق ووحـدات المعالجـة الاخري مثل وحدات المعالجة الفيزيائية، وهذه العيوب تتمثل فـي انـه عمليـات

المعالجة الكيميائية هي عمليات اضافة مواد (يتم فيها اضافة مواد معينة) ففي كثير من الاحيان هناك مادة معينة تضاف لمياه الصرف لازلة ملوث او مكـــون معـــين يتبعه زيادة في النهاية للمواد والمكونات الذائبة لمياه الصرف.

فعلي سبيل المثال الكيماويات المضافة لتحفيز ازالة المواد العالقة في وحدات الترسيب الابتدائي يصاحبها عادة زيادة في تركيز المواد الذائبة الكلية لمياه الصرف مما يضع بعض القيود لاعادة استخدام هذه المياه فيما بعد.

وهناك عيب اخر وهو التكلفة العالية لاستخدام الكيماويات فهذه التكلفة تكون مساوية او تزيد عن تكلفة الطاقة اللازمة لتشغيل وحدات المعالجة الاخري كبـــديل للمعالجة الكيميائية.

ان اختيار مراحل المعالجة الكيميائية المناسب يعتمد على كميـــة و نوعيـــة المياه الملوثة و كذلك يعتمد على كلفة المعالجة والمواصفات النهائية المطلوبة للمياه المعالجة قبل القائها الى المستقبلات النهائية.

من الشائع دمج عدد من تقنيات المعالجة مع بعضها لتحسن مواصفات المياه النهائية المعالجة. كما ان الحصول على مياه نقية اكثر باستخدام تكنولوجيا متقدمـــة مثل عمليات الترشيح والتناضح العكسي والتبادل الايوني سيزيد من كلفة المعالجة الى حد كبير.

وسوف نأخذ مثالين للمعالجة الكيميائية لمياه الصرف وهما الاكسدة الاختزال والترسيب الكيميائي.

اولا الأكسدة/ الاختزال بالكيماويات Oxidation / Reduction

تستخدم المواد المؤكسدة فى معالجة الصرف الصناعى كخطوه اولى لإزالـــة المعادن الثقيلة بأكسدة المواد العضوية او كمرحلة أخيره فـــى المعالجـــة لأكســـدة المركبات ذات الرائحة النفاذة مثل كبريتيد الهيدروجين او لأكســـدة المـــواد الغيـــر عضوية مثل السيانيد ولعمليات التطهير.

يعتبر الهواء هو المادة المؤكسدة الأقل تكلفة والأكثر انتشاراً. يتم أكسدة الحديد الثنائى إلى الحالة الثلاثية من خلال تعريضه للهواء وتتم هذه العملية غالبا فى أبراج للأكسدة مشابهة لأبراج التبريد. ومن المواد الكيميائية المؤكسدة أيضا الكلور ونظيره الهيبوكلورايت فى صورتيه الصوديوم والكالسيوم وبرمنجنات البوتاسيوم. ويعد الكلور ومشتقاته من المواد المكونة للمركبات المسببة للسرطان عند استخدامها فى أكسدة المواد العضوية. ولذلك يجب التأكد أولا قبل استخدام الكلور من احتمالات تكوين أي مواد مسرطنة وذلك حتى إذا كانت العملية لا تتعلق بمياه الصرف.

وتستخدم مادة برمنجنات البوتاسيوم في أكسدة المركبات ذات الرائحة النفاذة القوية ولاكسدة المواد العضوية. ومن المواد الفعالة فى اكسدة المواد العضوية مثل الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) هي مادة بيروكسيد الهيدروجين.

ثانيا الترسيب الكيميائى Chemical Precipitation :

وتتكون عملية الترسيب الكيميائي لمعالجة مياه الصرف من إضافة الكيماويات التي من شأنها تغيير الحالة الفيزيائية للمواد الصلبة الذائبة والعالقة وتسهيل عملية التخلص من هذه المواد عن طريق الترسيب. وفي بعض الأحيان يكون هذا التغيير طفيفا وتتأثر عملية التخلص سلبا بسبب حبس هذه المواد في كتلة مترسبة كبيرة الحجم يتكون معظمها من المادة الكيميائية نفسها. ومن نتائج هذه الإضافات الكيميائية أيضا زيادة نسبة المواد الذائبة في مياه الصرف.

في الماضي كانت طرق الترسيب الكيميائى تستخدم لتحسين عمليات إزالة المواد العالقة والحمل العضوي BOD_5 من المياه في حالات:

- اختلاف تركيز الصرف على مدار الفصول (كما هو الحال في صناعات تعليب الأغذية مثلا)
- الاحتياج إلى درجة معالجة متوسطة
- كوسيلة مساعدة لعملية الترسيب الطبيعي.

وقد أدى الاحتياج إلى توفير الإزالة الكاملة للمركبات العضوية والمغـذيات (النيتروجين والفوسفور) الموجودة بمياه الصرف إلى زيادة الاهتمـام بالترسـيب الكيميائي.

وقد تم تطوير العمليات الكيميائية للمعالجة الثانوية الكاملة للمياه الملوثة، بما فيها إزالة النيتروجين او الفوسفور او كليهما، بالإضافة إلى تطوير عمليات كيميائية أخرى لإزالة الفوسفور بالترسيب الكيميائي إلى جانب المعالجة البيولوجية.

جدول 7-12

الكيماويات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصناعى

المادة الكيميائية	الرمز الكيميائي	الوزن الجزيئي
1. كبريتات الألمونيوم (الشبه)	aluminum sulfate alum $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	666.7
2. كبريتات الحديدوز	Ferrous Sulfate $FeSo_4 \cdot 7H_2O$	278.0
3. كبريتات الحديديك	Ferric Sulfate $Fe_2(SO_4)_3$	400
4. كلوريد الحديديك	Ferric Chloride $FeCl_3$	162.1
5.هيدروكسيد الكالسيوم "جيرمطفى"	$Ca(OH)_2$	as CaO 56

ومن خلال الترسيب الكيميائي يمكن إزالة من 80 إلى 90 % مـن المـواد العالقة الكلية ومن 50-80 % من الأكسجيـن الحيـوي الممـتص BOD ومـن 80-90 % من نسبة البكتريا الموجودة في مياه الصرف. وفـي المقابـل يـوفر الترسيب الطبيعـي إزالة 50 إلى 70 % فقط من المـواد العالقة الكلية و25 إلـى 40 % من البكتيريا. إذاً فالكيماويات المضافة تتفاعل مع المواد الموجودة أصلا في مياه الصرف او التي تضاف لهذا الغرض لإتمام عملية الترسيب الكيميائي.

الكيماويات لابد ان تضاف الي مياه الصرف ثم تخلط جيدا مع المياه حتي يتم التفاعل الكيميائي ويتكون المرسبات الزغبية والتي تنتقل الي احواض الترسيب حيث تترسب وترسب معها المواد العالقة الصغيرة جدا ذات الاحجام الدقيقة جدا.

اما المواد العضوية الذائبة فلا تتاثر كثيرا بعمليات الترسيب الكيميائي اذا أنها في اغلب الاحيان تحتاج الي بوليمرات وكيماويات خاصة.

تتناسب الكيماويات المضافة مع معدل تدفق مياه الصرف, حيث تظبط الجرعات مما يعطي ندف ومواد زغبية يسهل ترسبها في الأحواض.

المعالجة الكيميائية البيولوجية Biochemical Treatment:

ويتم استخدام هذه الطريقة عند وجود نسب مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة والمعلقة وذلك بهدف تقليل الحمل العضوى للمياه قبل إدخالها على وحدة المعالجة البيولوجية.

كما يجب ملاحظة أن الرمال والزيوت والشحوم والمواد الناتجة الأخرى يجب ألا تدخل وحدة المعالجة البيولوجية وذلك لما لهذه المواد من آثار سيئة على البكتريا حيث يمكن ان تسمم البكتريا أو تقتلها، ولذلك فإن المعالجة الأولية الجيدة تعطى أداء جيد وثابت لفترة طويلة.

ومن وجهة النظر الصناعية، فإن المعالجة الكيميائية الأولية تتيح الفرصة للمعالجة البيولوجية ان تعمل تحت ظروف ثابتة، ولذلك فأنه من الضرورى إجراء الخطوات الآتية قبل الدخول فى مرحلة المعالجة البيولوجية:

- منع دخول أى مواد سامة أو حائلة.
- معالجة مياه الصرف الداخلة والتى قد تكون متغيرة الأحمال نتيجة للتهوية فى أحواض المعادلة.
- فصل الرواسب العضوية والغير عضوية.
- معادلة التذبذب فى الآس الهيدروجينى.

المعالجة الفيزيوكيميائية Physiochemical Treatment:

وفي هذه النظم من المعالجة تستخدم كل من المعالجة الفيزيائية والكيميائية وتتمثل المعالجة الفيزيائية بوحدات فصل الزيوت بنظام الطفو الهوائي المذاب (Dissolved Air Floatation DAF)، اما المعالجة الكيميائية فتتمثل في اضافة بوليمرات كيميائية لتسهيل واسراع عملية الطفو ولانه هناك انواع من المستحلبات تحتاج الي مواد كيميائية مساعدة من اجل فصلها.

□ نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF)

في هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال مما يؤدى إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. يتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

تشمل العمليات معالجة الصرف الناتج من وحدات فصل الزيوت (API) الموجودة في صناعات تكرير البترول والصرف الناتج عن الصناعات المعدنية وصناعات الورق وتجهيز الدواجن وإعادة استخدام الزيوت فى صناعات تعليب اللحوم والبطاطس النصف مقلية وبعض صناعات منتجات الألبان. ومن الاستخدامات الهامة أيضا تثخين الحمأة.

هذه الوحدات غالبا تخفض نسبة الزيوت إلى 5 مللجم/لتر أو أقل وربما يحتاج الهواء المنبعث إلى معالجة فى وحدة تحكم خارجية. ويتراوح معدل الصرف لوحدات الـ DAF في الغالب من 1500 إلى 3000 جالون/ يوم/قدم^2 وزمن الاستبقاء من 30–40 دقيقة.

وهناك ثلاثة أنواع من الأنظمة المضغوطة التي تستخدم من أجل إذابة الهواء لعملية الطفو. فيستخدم الضغط الكامل عندما تحتوى المياه على نسب عالية من

المواد الزيتية. ولا يؤثر التقليب المستمر فى أنظمة الضغط على نتائج المعالجـــة. ويستخدم نظام الضغط بتدفق متوسط عند وجود نسب متوسطة من المواد الزيتيـــة. وهنا أيضاً لا يؤثر التقليب المستمر على كفاءة المعالجة بشكل كبير.

أما أنظمة الضغط بإعادة التدفق فتستخدم لمعالجة المياه المحتوية على مـــواد صلبة أو زيتية التي ربما تتحلل بسبب التقليب السريع في أنظمة الضغط الأخـــرى. ومن هذا المنطلق تستخدم وحدة الـــDAF بعـــد المعالجـــة الكيميائيـــة للزيـــوت المستحلبة أو للترويق وتثخين المعلقات.

العمليات البيولوجية Biological Treatment Processes:

طورت المعالجة البيولوجية أصلا من أجل الصرف الصحي البلدي ولكن هذه المعالجة تصلح في كثير من الأحيان لمعالجة المياه الملوثة من الصناعات العضوية مثل الصناعات الغذائية (التعليب-الحليب-اللحـــوم) وصـــناعة الـــورق والدباغـــة والصناعات النسيجية وغيرها.

وتعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحيـــة الدقيقـــة فى التخلص من الملوثات. وتستخدم هذه الطرق أساساً من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا. وتتم هذه العملية من خـــلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نســـيج الخلايـــا البيولوجية (الحمأة) التى يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب.

وتستخدم المعالجة البيولوجية ايضا في التخلص من المغـــذيات (النتـــروجين والفسفور) وذلك من خلال عمليات التـــأزت Nitrification , وعكـــس التـــأزت Denitrification بالنسبة للنتروجين, وتحويل الفسفور الي مركبات ثابتة يســـهل الاستفادة منها في اغراض متعددة كالزراعة مثلا.

وفى أغلب الأحيان يمكن معالجة مياه الصرف بيولوجيا مع الـــتحكم البيئـــى الملائم.

تعتمد عمليات المعالجة التي يتم فيها التخلص من الملوثات في المخلفات السائلة علي نشاط الكائنات الحيةالدقيقة الميكرسكوبية (Microorganisms).

وتختص هذه المعالجة البيولوجية بازالة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا عن طريق البكتريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية او ذائبة في مياه المجاري.

وتتميز المعالجة البيولوجية عامة بانخفاض تكاليف الانشاء والتشغيل نظرا لاعتمادها علي الكائنات الدقيقة وخاصة البكتريا بانواعها المختلفة (الهوائية واللاهوائية والاختيارية) في القيام بتكسير وتحلل المواد العضوية والملوثات، وايضا لندرة استخدام الكيماويات في المعالجة والتي تزيد من تكاليف التشغيل.

المعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون هوائية أو لاهوائية، و كل نوع له سلالاته الخاصة من الكائنات الحية الدقيقة و النتائج النهائية لكل منهما ذات مواصفات تختلف عن النوع الآخر بالرغم من أن الهدف في كلتا الحالتين هو تحويل المكونات العضوية الى نواتج نهائية (غازات وماء ومواد صلبة سهلة الفصل).

إن المعالجة البيولوجية الهوائية تتطلب تامين كمية كافية من الأكسجين عبر استخدام المهويات او النافثات الهوائية من اجل استخدامها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة المواد العضوية وتحويلها الى كتلة بيولوجية ومواد بسيطة اخرى.

بالنسبة للمعالجة اللاهوائية فهي تستخدم عند احتواء المياه الملوثة على تراكيز عالية من المواد العضوية وتتضمن تأمين احواض لاهوائية بحيث تعمل الميكروبات اللاهوائية على تحويل المواد العضوية الى غاز الميثان والهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين والامونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون ونمو الكتلة البيولوجية. والنواتج الغازية ذات روائح كريهة وبعضها قابل للاشتعال لذلك يجب جمعها والتحكم بها. ومن اشهر نظم المعالجة البيولوجية النظم الاتية:

- عمليات المعالجة بالحمأة المنشطة وتطبيقاتها المختلفة
- المرشحات البيولوجية
- والاقراص البيولوجية الدوارة
- التأزت (النيترة) وعكس التأزت
- ازالة الفسفور بيولوجيا
- بحيرات الاكسدة

اما التطهير بالكلور فيعد من عمليات المعالجة الكيميائية. ويبين الجدول التالي ملخص لانواع عديدة من الصرف الصناعي لبعض الصناعات: طبيعتها وطرق معالجتها.

جدول 7-12

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
الصناعات النسيجية	عملية المعادلة، الترسيب الكيميائى، المعالجة البيولوجية، الترشيح الهوائى (و/أو) بالتقطير	قلويات عالية، ملونات، اكجسين كيميائى ممتص وحرارة، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة
المنتجات الجلدية	المعادلة، الترسيب والمعالجة البيولوجية	تركيزات عالية من المواد الصلبة الكلية، مياه عسرة، املاح كبريتية، كروم، الاس الهيدروجينى، جير مترسب، اكسجين الحيوى الممتص
	الترشيح، الترسيب الكيميائى، التعويم والتكثيف	عكارة عالية، القلوية و مواد صلبة عضوية
صناعة المعلبات		ارتفاع فى المواد الصلبة العالقة، مواد عضوية متحدة وذائبة

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
منتجات الألبان	التحميض، المعالجة البيولوجية بالتعويم، الترشيح الهوائى، الحمأة النشطة	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة اغلبها بروتين ودهون بالاضافة الى اللاكتوز
المشروبات الكحولية والمعدنية		ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والتى تحتوى على النيتروجين والنشا المخمرة او منتجاتها
منتجات اللحوم والدواجن	الترشيح، الترسيب (و/او) التعويم، التنقية بالتقطير	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة، الدم، غيرها من البروتينات والدهون
بنجر السكر		ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة المحتوية على سكر وبروتين
المنتجات الدوائية	الحمأة النشطة	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة
الخميرة	الهضم العضوى، التنقية بالتقطير	ارتفاع فى المواد الصلبة (غالبا ما تكون عضوية) واكسجين حيوى ممتص
المخللات	الترتيب الجيد للمصنع، الترشيح، المعادلة	اس هيدروجينى متغير، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة، لون ومواد عضوية
القهوة	الترشيح، الترسيب بالاضافة الى التنقية بالتقطير	تركيز مرتفع من الأكسجين الحيوى الممتص و المواد الصلبة العالقة
الأسماك	ازالة الزيت، المعالجة البيولوجية	تركيز عالى جدا من الأكسجين الحيوى الممتص، مواد عضوية كلية، زيوت وشحوم بالاضافة الى الروائح
المثلجات	الترشيح، عملية المعادلة	اس هيدروجى مرتفع، مواد صلبة عالقة واكسجين حيوى ممتص،
المخبوزات	التغير الى الاكسدة البيولوجية	اكسجين حيوي ممتص مرتفع، شحوم، مياه غسيل، سكريات، نكهة، منظفات
وحدات إنتاج المياه	الترشيح	معادن ومواد صلبة عالقة

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
قصب السكر	عملية المعادلة، اعادة الحسابات، المعالجة الكيميائية، بعض عمليات الاكسدة الهوائية المختارة	اس هيدروجينى متغير، مواد عضوية يجب ان تكون مرتبطة باكسجين حيوى ممتص فى صورة كربونية
زيوت النخيل	عملية المعادلة، الترويب، التعويم، الفلترة	اكسجين حيوى وكيميائى ممتص ذو تركيز مرتفع، مواد صلبة، دهون كلية واس هيدروجينى منخفض
الورق ولب الورق		اس هيدروجينى مرتفع او منخفض، لون، مواد صلبة عالقة، ملتحمة وذائبة عالية، مرشحات غير عضوية
التصوير	استرجاع الفضة، التدفق	قلوية، تحتوى على انواع مختلفة من عوامل الاختزال العضوية وغير العضوية
طلاء المعادن	الكلورة القلوية للسيانيد، الاختزال والترسيب للكروم، الترسيب الكلسى على معادن اخرى	احماض، معادن، مواد سامة، حجم قليل، غالبا مواد معدنية
المجالات والمصافى النفطية	استرجاع الاملاح، الحرق الحمضى للحمأة القلوية	املاح ذائبة عالية من الحقول، اكسجين حيوى ممتص مرتفع، رائحة، فينول بالاضافة الى مركبات كبريتية من المصافى
استخدامات البترول كوقود	التسريب ومنع الانسكاب، التعويم	ارتفاع فى الزيوت المستحلبة والذائبة
المطاط	الكلورة الهوائية، الكبريتية، المعالجة البيولوجية	ارتفاع الأكسجين الحيوى الممتص، رائحة، ارتفاع فى المواد الصلبة، اس هيدروجينى متغير، كلوريد عالى
الزجاج	ترسيب الكالسيوم كلوريد	لون احمر، مواد صلبة قاعدية غير قابلة للترسيب
تصنيع الصمغ	معالجة هوائية بيولوجية، التعويم، الترسيب الكيميائى	اكسجين كيماوى ممتص مرتفع، اكسجين حيوى ممتص، اس هيدروجينى، كروم، أملاح معدنية قوية دورية

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
تصنيع الشمع	الهضم اللاهوائى	(احماض عضوية (دهنية
الحاويات المعدنية	فصل الزيت، الترسيب الكيميائى، التجميع واعادة الأستخدام، التخزين فى خزانات، امتصاص الكربون النهائى	رقائق معدنية، شحم، زيوت، اس هيدروجينى متغير، مذيبات، معادن ذائبة
البتروكيماويات	الاسترجاع و اعادة الأستخدام، المعادلة وعملية المعادلة، الترويب الكيميائى، الترسيب او التعويم، الاكسدة البيولوجية	اكسجين كيميائى ممتص مرتفع، المواد الصلبة الذائبة، معادن، نسبة من الأكسجين الكيميائى الممتص الى الأكسجين الحيوى الممتص
الأسمنت	فصل الغبار المتصل بالمجرى، عملية المعادلة والترسيب	مياه التبريد الساخنة، مواد صلبة عالقة، بعض الاملاح الغير عضوية
الاسبتوس	الحجز فى برك، عملية المعادلة والدفن فى الأرض	اسبستوس عالق، ومواد صلبة معدنية
الأصباغ والأحبار	برك لفصل الاصباغ، الترويب الكلسى لاحبار الطباعة	تحتوى على مواد صلبة عضوية من الصباغة، راتنجات، زيوت، مذيبات وغيرها
الأحماض	عملية المعادلة، الحرق فى حالة ظهور بعض المواد العضوية	اس هيدروجينى منخفض، مكونات عضوية منخفضة
المنظفات	التعويم و الترشيح، الترسيب بكلوريد الكالسيوم	اكسجين حيوى ممتص مرتفع وصابون
نشا الذرة	المعادلة، الترشيح البيولوجى، الهضم اللاهوائى	اكسجين حيوى ممتص مرتفع ومواد عضوية ذائبة، غالبا نشا ومواد اخرى لها علاقة بها

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
المبيدات	التكثيف بالكربون النشط، كلورة القاعدية	مواد عضوية، مواد بنزينية، مواد سامة للبكتيريا والاسماك، أحماض
الفورملدهايدات	التنقية بالتقطير، التكثيف بالفحم النشط	عادة ما يكون الأكسجين الحيوى الممتص والالدهيد مرتفع: مواد سامة للبكتيريا بتركيزات عالية
المشرحة	الكلورة	املاح الدم، فورمالديهيدات، اكسجين حيوى ممتص
مخلفات المستشفيات	الحمل والتسخين، التهوية	بكتيريا، مواد كيماوية مختلفة ذات نشاط اشعاعى
المواد العضوية	محطات التحكم للتكسير البيولوجى، تعديل العملية	أنواع مختلفة من الكيماويات العضوية
الطاقة البخارية	التبريد بالتهوية، تخزين الرماد، معادلة الزيادة فى المخلفات الحمضية	حرارة، حجم مرتفع، ارتفاع المواد الصلبة الغير عضوية والذائبة
المخلفات الناتجة من المرشحات الهوائية	يتم ازالة المواد الصلبة بالترسيب، يتم ضبط الاس الهيدروجينى واعادة استخدامه	جزيئات، ثانى أكسيد الكبريت، مواد ممتصة غير نقية او امونيا، هيدروكسيد الصوديوم
الفحم	معالجة كيمياوية باستخدام الترسيب والتعويم	تركيزات عالية من مواد صلبة عالقة اغلبها فحم، تركيز قليل للأيون الهيدروجينى، تركيزات عالية من حمض الكبريتيك وكبريتات الحديد

(هـ) خامسا التحكم في تلوث المياه الجوفية:

يعد التحكم في تلوث المياه الجوفية وحمايتها من التعرض للملوثات المختلفة من اهم الوسائل والطرق لحماية البيئة المائية من التلوث، فقبل اختيار اي موقع لصرف مياه الصرف المعالجة عليه او قبل ري اية اراضي زراعية بتلك المياه لابد من اجراء دراسة مفصلة لهذا الموقع او تلك الأرض الزراعية وهذه الدراسة تشمل:

1- بعد المياه الجوفية عن سطح الأرض للموقع كله.
2- طبيعة الأرض وسمك الطبقات الحاملة للمياه علي مستوي الموقع كله.
3- احتمالات التغير الموسمي لبعد المياه الجوفية عن سطح الأرض وتغير عمقها.
4- اتجاه سير المياه الجوفية داخل طبقات الارض
5- عمل كافة الأختبارات الكيميائية والبيولوجية والفيزيائية لمعرفة طبيعة وخواص ومكونات المياه الجوفية.
6- دراسة نفاذية التربة واحتمالات انخفاض معدلات الترشيح خلالها حيث يؤدي ذلك الي التأثير علي فعالية العوامل الكيمائية والطبيعية والميكروبيولوجية، وخاصة قدرة التربة وطبقاتها علي عمل الترشيح الطبيعي للمياه، وينعكس ذلك علي كفأءة المعالجة خلال طبقات التربة، وفي جميع الأحوال يجب مراعاة ان يكون سطح المياه الجوفيية بعيدا عن سطح الأرض بمسافة لا تقل عن 200 سم لتوفير التهوية لجذور النباتات.

ويفضل ان يكون نظام الصرف الزراعي جزء من نظام الصرف على الأرض، وذلك للتحكم قي اي متغيرات تؤثر علي المياه الجوفية، وفي نفس الوقت يكون من الاسهل تجميع مياه الصرف الزراعي وأعادة أستخدامها بدلا من ترشيحها للمياه الجوفية ثم أعادة رفعها من الأعماق البعيدة.

وفي حالة الترشيح السريع يجب عمل ألاحتياطات الواجبة للحد من انتشـــار مياه المجاري المرشحة خلال الخزان الجوفي او التحكم في منسوب المياه الجوفية. وفي بعض الحالات تؤخذ المياه المرشحة بعيدا عن موقع الخزان الجـــوفي ليكـــون اتصالها بالمياه الجوفية غير مباشرا، وفي هذه الحالة أذا لم تساعد ظروف التربـــة الطبيعية علي سريان المياه المرشحة بعيدا عن الخزان الجوفي، يمكـــن تجميعهـــا بطرق الصرف الزراعي أو بالابار حسب الطبقات التي تتجمع فيها المياه بعد عملية الترشيح السريع.

(و) سادسا التخلص من الزيوت الملوثة لمياه البحار:

نشاط النقل البحرى وحوادث السفن يلوث البحر سنويا حوالى مليونى طن من البترول الناتجة عن نشاط النقل والأستكشاف والتنقيب وتسرب الزيت من الناقلات إلقاء بعض النفايات والمخلفات البترولية من ناقلات البترول أثناء سيرها فى عرض البحارويلاحظ أن التلوث بالنفط ومشتقاتة فى منطقة الخليج يصل إلىأكثر مـــن 47 ضعفا للتلوث فى البحار الاخرى ويرجع ذلك الى عدة عوامل منها كثافـــة الأبـــار البحرية وحجم التقدير للنفط الخام ومشتقاتة من منطقة الخليج وكذلك طبيعة ضحالة عمق مياه الخليج نسبة الى البحار الأخرى وجدير بالـــذكر أثـــار حـــرب الخلـــيج المدمرة للبيئة نتيجة لحرق وتسريب كميات هائلة من النفط ورغم إعـــادة الأبـــار للانتاج فان الاثار البيئية سوف تستمر لعدة سنوات قادمة.

يعتبر تلوث الخليج العربي أكبر حادث تلوث بالزيت البترولي في التـــاريخ الحديث، حيث يعتبر الخليج بحيرة مغلقة طولها 1000 كم وعرضها 300 كـــم لا يتجاوز عمقها في المتوسط 35 مترا، وهو من أكبرالمياه إنتاجية في العـــالم فيمـــا يتعلق بالهوائم النباتية، كما يعتبر واحدا من أشد النظم الإيكولوجية حساسية لتـــأثير الملوثات. ويؤدي ضعف التبادل بينه وبين المحيط الهندي إلى ضعف قدرة الخلـــيج على التخلص من الملوثات وبذا يرتفع مستواها بالتدريج. ويستقبل الخليج الكثير من المغذيات مع الطمي الذي ينقله نهرا دجله والفرات من خلال شط العـــرب الـــذي

يصب في مسطحات الطمي والمستنقعات الملحية، التي تمتد في المنطقة الشمالية من الخليج. وتساعد شفافية المياه الدافئة ونفا ذ الضوء لمسافات بعيدة مع ضحالة الخليج على نمو الشعب المرجانية التي تعتبر اكبر النظم الإيكولولجية إنتاجية في البيئة البحرية، والتي تساعدعلى نمو الهوائم وبذا تدعم السلسلة الغذائية اللازمة لبقاء الأسماك والطيور البحرية. وتوجد في الخليج على الأقل أربعة من النظم الإيكولوجية الحرجة هي مسطحات الطمي والمستنقعات الملحية، والشعب المرجانية والأعشاب البحرية، وغابات القرم Mangroves، كما تقوم المناطق البرية بإعالة عدد من النظم الإيكولوجية، ويشمل ذلك مصبات الأنهار والمناطق الصحراوية التي تعيش علهيا الكائنات الأرضية، وقد أدى انسكاب كميات من الزيت في هذه البيئات الغنية التي تتميز بالحساسية وسرعة التأثر بالملوثات غلى وقوع كارثة بيئية غير مسبوقة في التاريخ.

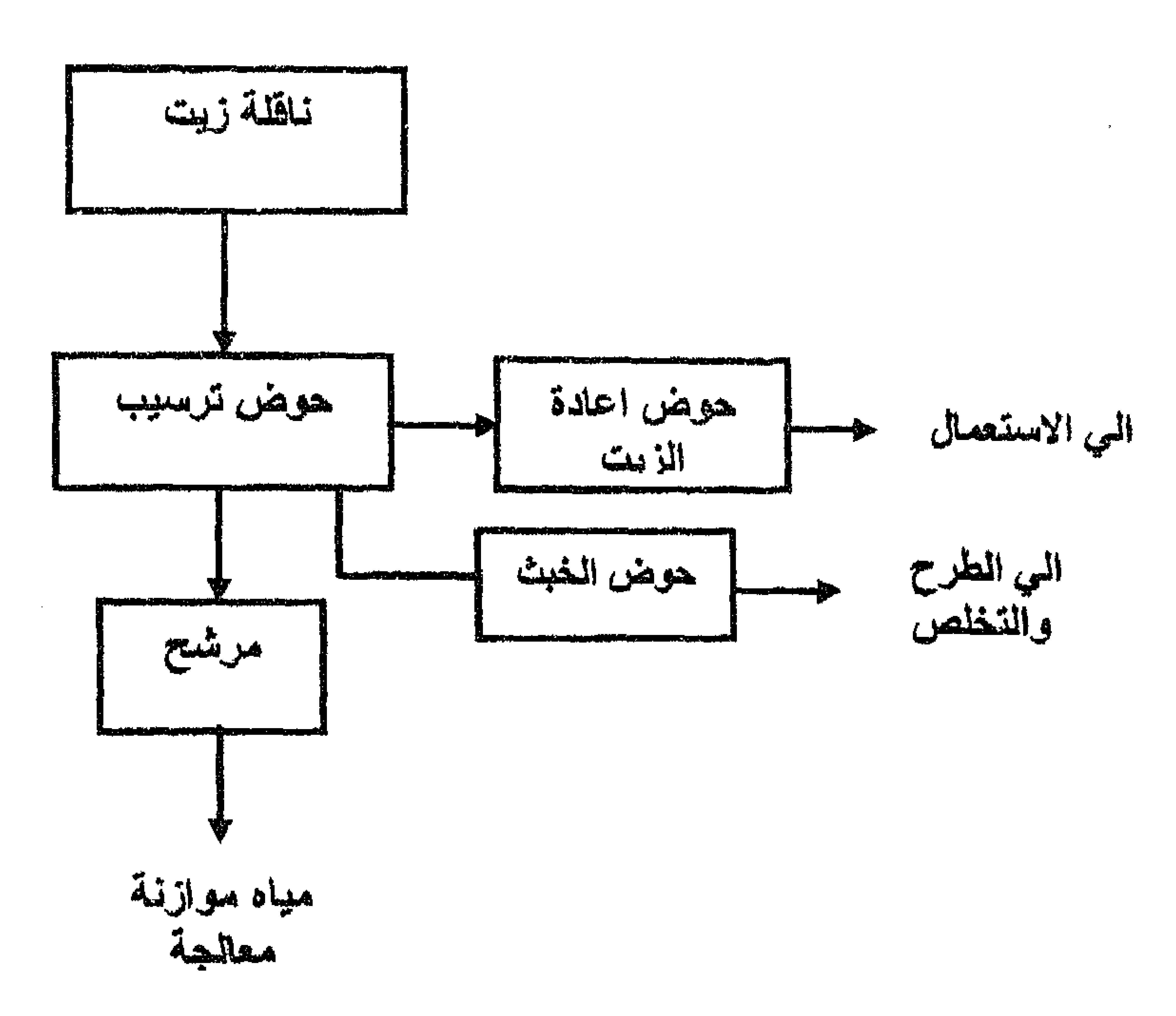
(أ) الحد من تلوث بمياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات):

تعد ناقلات النفط من السفن العملاقة نظرا لحمولتها العالية التي تصل الي الاف الاطنان من النفط الخام، ونتيجة لتلك الحمولات الكبيرة يجن ان يكون هناك نظام لحفظ توازن السفن وهو ما يراعي عند تصميم السفينة ولزيادة التوازن بدرجة أكبر تحمل السفن وزنًا إضافيًا سائلاً يُسمى الصابورة. وبدون هذا السائل، قد تنقلب سفينة الشحن الفارغة وتجنح في المحيط كقطعة الفلين. تستخدم معظم السفن ماء البحر في عملية التثبيت، ويتم تفريغ ماء حفظ التوازن هذا من السفينة أثناء تحميلها بالنفط. فعند تفريغ الشحنة في مرفأ يبقى 1.5% من كمية النفط بالعنابر وعند العودة إلى المرفأ يملأ 30 % من حجم المستودعات الناقلة بمياه البحر لحفظ توازنها فتمتزج بكمية 1.5 % من النفط والذي يسمى الصابورقبل التوجه إلى ميناء شحن النفط تفرغ مالديها من مزيج » نفط + ماء في البحر « ويكون قد اصبح مستحلبا يطفو على سطح الماء مسببا تلوثا لماء البحر.

ويمكن الحد من مياه الصابوره باتباع إحدى الطريقتين:

1- قبل شحن الخزانات بمياه الصابوره تغسل جيدا ويخزن الماء الملوث في خزان خاص ليفصل الماء عن النفط ببطء وقرب موانى الشحن يفرغ الماء المنفصل في البحر ويعبأ النفط الجديد فوق ترسبات السابقة.

2- بناء أحواض في موانئ التصدير تفرغ فيها مياه الصابوره حتى يتم تصفيتها تخليصا للنفط.



مخطط معالجة مياه الموازنة

- **نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF) لمعالجة مياه الصابورة**

في هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصابورة تحت ضغط عال مما يؤدى إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. يتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

ورغم أن هذه الوحدات لم تكن مستخدمة فى الماضي إلا نادراً فى الصناعات الكيميائية ومعامل التكرير إلا أن الاهتمام بها يزيد لكونها وحـدة محكمـة تمامـا ويمكن أن تستخدم الغازات المسترجعة في عملية الطفو.

التصاق فقاقيع الهواء من خلال المزيج المعلق تجعل الحبيبات تطفـو علـى السطح نتيجة تراكم الهواء على سطح الجزيئات واصطدام الفقاعات المتصاعدة مع الجزيئات العالقة وانحباس فقاعات الغاز أثناء تصاعدها أسفل الجزيئات وامتـزاز الغاز من خلال الكتل الهلامية المكونة أو المترسبة حول فقاعات الهواء.

تعمل الوحدة على التغذية بواسطة البوليمر وتحتـوي عـادة علـى أربعـة مضارب على شكل مضرب البيض لعمل رغاوي من أجل تسهيل عمليـة الطفـو. وتستهلك الوحدة كميات كبيرة من الطاقة ولكنها تتطلب مساحة أقـل بكثيـر مـن وحدات الـ DAF. وبذلك تعتبر في نفس مستوى الكفاءة، إن لم تكن أكفـأ، مـن وحدة الـDAF تبعاً لمواصفات الزيوت والمستحلبات.

يمثل التخلص من بقع الزيت الكبيرة التي تتكون فوق سطح البحر عند غرق احدي الناقلات مشكلة كبيرة لا يمكن معالجتها بسهولة فور حدوثها , وعملية تحلل بقع الزيت طبيعيا بفعل الكائنات الدقيقة عملية شديدة البطء وتحتاج الي وقت طويل لاستكمالها , ولذلك لا يمكن الاعتماد عليها في ازالة هذا التلوث وهناك عدة طـرق للتخلص من بقع الزيت التي تطفو علي سطح الماء منها:

(أ) طريقة أحراق طبقة الزيت.

(ب) طريقة استخدام المنظفات الصناعية التي تساعد علي انتشار الزيت في الماء.

(ج) طريقة اغراق الزيت في الماء.

(د) طريقة استعمال الحواجز الطافية لحصر بقع الزيت العائمة.

(ر) طريقة استعمال المواد الماصة.

(ك) طريقة استعمال المواد الجيلاتينية.

(أ) اولا طريقة احراق طبقة الزيت:

ولكن هذه الطريقة لا يسهل استخدامها في كل الأحوال، وذلك لأن مياه البحر تساعد عادة على تبريد طبقة الزيت الطافية فوقها، وقد تمنع اشتعالها وتمنع انتشار النار فيها وليس من المستحب استخدام هذه الطريقة في إزالة بقع الزيت فهي تتصف بخطورتها علي البيئةحيث تؤثر بشدة علي الكائنات الموجودة بالمنطقة ونواتج الاحتراق والابخرة تلوث الهواء بصورة شديدة.

(ب) طريقة استخدام المنظفات الصناعية التي تساعد علي انتشار الزيت في الماء:

تعتمد فكرة المنظفات الصناعية علي تكوين مستحلب مع طبقة الزيت مستحلياً على درجة عالية من الثبات ينتشر تدريجياً في مياه البحر، فيتم بذلك تخفيف تركيز الزيت، وبعد فترة تختفي البقعة أو تترسب في القاع. وهذا العمل يتطلب كميات كبيرة من المنظف تعادل كمية الزيت احيانا.

وقد تطلب الامر في احدي الحالات استخدام 1000 طن من احد المنظفات الصناعية لتنظيف سطح البحر من بقعة الزيت التي تكونت من تدفق نحو 18000 طن من زيت البترول، وقد نجحت هذه الطريقة في ازالة بقعة الزيت خلال ايام ولكن من المؤكد ان استخدام هذا القدر الضخم من المنظف الصناعي قد اضاف كثير من التلوث لماء البحر وللبيئة بصفة عامة، وكان له الاثر السيء في حياه الكائنات التي تعيش في منطقة الحادث والمناطق المجاورة.

ولكن يعتبر هذا الحل علاجاً ظاهرياً للمشكلة، لأن وصول تلك المواد إلى قاع البحر يسبب إبادة الأسماك والقواقع وديدان الرمل التي تعيش فيها، وبذلك تعتبر هذه الطريقة زيادة في تعقيد مشكلة التلوث وليست حلاً نهائياً لها !

وهناك من يعتقدون ان استخدام المنظفات في هذا الغرض لا يسبب كل هذا الضرر فهو يؤدي اولا الي انتشار بقعة الزيت علي هيئة مستحلب في مياه البحر،

وبذلك يتم تخفيف تركيز الزيت في هذه المياه الي حدود تستطيع معها البكتريا والكائنات الدقيقة الاخري من ان تحلل هذه المخلفات والمواد الموجودة في الزيت.

(ج) طريقة اغراق الزيت في الماء:

ويتم ذلك بإضافة مواد او مساحيق خاصة ذات قدرة عالية على التماسك بالزيت وهي مواد ذات كثافة عالية وذلك لاستخدام اقل كميات ممكنة في هذه العمليات.

كما يمكن رش بعض الرمال الناعمة على سطح الزيت وبالتالى ترفع من كثافة البقع ويؤدى ذلك إلى رسوبه فى قاع البحر.

(د) طريقة استعمال الحواجز الطافية لحصر بقع الزيت العائمة:

وتصلح هذه الطريقة لازالة البقع التي كونت مع الماء مستحلب كثيف وهي تساعد علي جمع الزيت في مكان محدد ,وتستخدم هذة الطريقة لحصر بقع الزيت العائمة وزيادة سمك طبقة الزيت وتقليل مساحتها وبالتالي يمكن إمتصاصها تدريجياًمن سطح الماء.

(ر) طريقة استعمال المواد الماصة:

المواد الماصة لها خاصية الامتصاص والامتزاز، ويفضل استخدام مواد غير ملوثة في ازالة الزيت من المياه كاكلا المخفف والقش والتبن حيث يمكن لهذه المواد ان تمتص من 8 الي 30 مرة من وزنها. وبفضل استخدام الكلا او التبن في بقع زيتية محددة بحيث يمكن مزج بين هذه المواد والزيت. ويمكن استعمال مواد طافية اخري لازالة البقع الزيتية وهي متوفرة تجاريا ولكل مادة لها خواص امتصاص مختلفة عن الاخري. ومن المهم ان تكون المادة الماصة لها قابلية وقدرة علي امتصاص الزيت اكبر من قدرتها لامتصاص الماء او لاتمتص الماء كليا اي ان المادة تترطب بالزيت ولا تترطب بالماء. واستنادا لهذه الخاصية الهامة فان البوليمرات المستعملة كمادة ماصة تترطب بالزيت بحيث لا يسقط الزيت مرة

اخري في الماء. وعمليا يستخلص الزيت الملوث بامرار الرغوة بين اسطوانتين متحركتين حيث يتم ارجاع الرغوة من جديد للماء بعد ازالة الزيت منها.

والطريقة العامة لاستعمال المواد الماصة هي نشرها علي سطح الزيت الملوث ثم تؤخذ الرغوة بعد ازالة الزيت لحرقها ثم دفنها. وتجري البحوث الان لاستعمال الفضلات المنزلية كمواد ماصة في معالجة بقع الزيت الملوثة حيث يتحقق فائدتين التخلص من بقع الزيت والتخلص من الفضلات الصلبة والتي يحدث لها تحلل هوائي بعد ذلك في خلال 5 ايام.

(ك) طريقة استعمال المواد الجيلاتينية:

المواد الجيلاتينية هي مواد تؤدي الي تصلب السوائل كالزيت الخام عند اضافتها للسوائل، والمواد الناتجة بعد اضافة هذه المواد الجيلاتينية يكون معدل جريانها بطيئا فعند حدوث انكسار في ناقلة النفط فان الزيت المنسكب يمكن السيطرة عليه باستخدام هذه المواد.

وتنقسم المواد الجيلاتينية الي نوعين النوع الاول ينتج الجيلاتين بتفاعل مادتين كيميائيتين مضافتين الي الزيت الخام، اما النوع الثاني فينتج الجيلاتين بالانتشار الفيزيائي لمركبات معينة في الزيت التي بدورها تنتفخ وتؤدي الي تثخين الزيت. وعندما تكون قابلية تماسك الجزيئات الغروية مع بعضها البعض فانه ستتكون المادة الجيلاتينية كالجيلاتين الشبيه بالصابون، وذلك بتفاعل الاحماض الدهنية مع 50% من الصودا الكاوية أو أضافة الامينات مع السينات.

تقنية الجينات والتلوث بالبترول:

التلوث بالبترول يعد من الظواهر الحديثة نتيجة الاعتماد عليه كأحد المصادر الحيوية للطاقة، والمتأمل للكثير من الأماكن المطلة على البحار مثل المدن الساحلية يجده على رمال الشاطئ في صورة مخلفات أو بقع سوداء فوق مياه البحار

والمحيطات، مما يسبب الكثير من الأضرار لرواد هذه الشواطئ ومختلف الكائنات البحرية.

ومن الآثار الخطيرة لتلوث المياه بزيت البترول أن تعمل بقعة الزيت البترولية كمذيب لبعض المواد التي تلقى في البحار مثل المبيدات الحشرية والمنظفات وغيرها، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة تركيز هذه المواد في المنطقة الموجود بها بقعة الزيت وبالتالي زيادة التلوث. كما تؤدي المكونات الثقيلة من زيت البترول إلى تكوين كتل متفاوتة الحجم سوداء اللون تعرف بالكرات القارية التي تحملها الأمواج وتيارات المياه وتلقيها على شواطئ البحار مسببة لها التلوث والضرر والبعض الآخر يتحول بمضي الزمن إلى رواسب ثقيلة تهبط إلى قاع البحار والمحيطات. والأخطر من ذلك وصول هذه الكرات إلى الكائنات البحرية كالأسماك حيث تتراكم في أنسجتها وبالتالي تتسبب في الكثير من الأضرار الصحية لمن يتناولها.

لقد استطاعت تقنية الجينات عزل وتنقية وتعديل لبعض أنواع من البكتريا التي تعيش في مخلفات وشحوم البترول ومعدة الحيتان للاستفادة من قدرتها على التهام وتحليل جزيئات المركبات المعقدة في البترول الخام وتحويلها إلى مواد كبريتية يمكن استخدامها كغذاء للأسماك والحيوانات البحرية، وهو ما يعني تحقيق هدف آخر هو القضاء على بقع التلوث البترولي في صورته الخام. وتتم عملية التخلص من البقع الزيتية بواسطة هذا النوع من البكتريا عن طريق استخدام المنظفات الصناعية أولاً حيث تُكَوِّن مع طبقة الزيت مستحلباً على درجة عالية من الثبات ينتشر تدريجياً في مياه البحر، فيتم بذلك تخفيف تركيز الزيت، حيث تستطيع البكتريا أن تقوم بتحليل المخلفات البترولية وبالتالي تختفي بقعة الزيت في مدة زمنية قصيرة، وقد استُخْدِمَت هذه الطريقة على نطاق واسع، كما يوجد بعض الدراسات والأبحاث للاستفادة من القدرة على عمل طفرات من هذه البكتريا التي تهاجم الكبريت دون مهاجمة المكونات الأخرى من الزيت الخام للبترول، مما

يؤدي إلى رفع سعر البترول الخالي من الكبريت الذي يتحول مع آلة الأحتراق الداخلي إلى أكاسيد كبريتية تحول في وجود الماء إلى أحماض تؤدي لتلف هذه الآلات في السيارات وكافة مركبات النقل.

الهندسة الوراثية ومقاومة التلوث البيئي:

تستخدم تقنية الحمض النووي المطعم في تحضير مواد محللة، للتخلص من المخلفات العضوية. ويمكن إنتاج تلك المواد بتصنيع أو نسخ الجينات الموجهة، لتكوينها ثم تحميلها على الحمض النووي البكتيري، لتتولى الجينات الموجهة بالبكتريا إنتاج المواد المحللة للمخلفات العضوية. ويمكن استخدام التقنية نفسها مع خلايا الخميرة، أو أيّ كائن دقيق آخر؛ ولكن تفضل البكتريا لسرعتها الفائقة في التكاثر، واستطاعتها الحياة في بيئات مختلفة، وسهولة تطعيمه أكثر من غيره من الكائنات الدقيقة الأخرى. يمكن إطلاق هذه البكتريا في البحار الملوثة ببقع النفط، فتعمل على تحليلها. وقد استخدمت هذه التقنية في تنقية مياه الخليج العربي من آثار النفط، عقب انتهاء حرب الخليج الثانية. ويمكن بالطريقة نفسها التخلص من مخلفات المصانع، قبل أن تصل إلى المجاري المائية، كالأنهار والبحيرات. وقد نجحت التقنية عينها في تطوير الصرف الصحي، بالتخلص من المواد المتراكمة، التي تعوق حركته إلى محطات الرسوب. ويمكن استخدام البكتريا نفسها في محطات غسل السيارات للتخلص مما تخلّفه عمليات التشحيم والتزييت المختلفة. وثمة مؤشر إلى استخدام تلك التقنيات في عمليات الغسل المنزلي، للتخلص من الدهون، ولا سيما في الفنادق والمطاعم الكبرى. يمكن استخدام تقنية الحمض النووي المطعم، في توجيه عمليات التكوين الجنيني والنمو؛ وذلك بهدف تنشيط عمليات النمو، وتقصير فترة التكوين الجنيني. وقد عمد فريق من الباحثين إلى تطعيم الحمض النووي لإحدى الضفادع بجينات منشطة، لتكوين هرمون النمو، المسمى الثيروكسين Thyroxine، فأحدثت ازدياده ازدياداً مفرطاً في إفرازات الغدة الدرقية للضفدعة. وقد ساعد ذلك على تسارع عمليات النمو، وإنتاج ضفادع عملاقة؛ بل

أُنتجت سمكة عملاقة، يُقاس طولها بالأمتار، وتزن عشرات الكيلوجرامات؛ بينما مثيلتها من العمر نفسه، يقاس طولها بالسنتيمترات، ووزنها بالجرامات. وقد استخدمت التقنية عينها في تثبيط عمليات النمو، وجم عنها ضفادع قزمة. ويستخدم الحمض النووي المطعم في التسميد الذاتي، ومكافحة الآفات.

1. إنتاج بكتيريا محللة لفضلات مياه المجارى.
2. إنتاج البكتيريا لبروتينيات تغلف المواد الضارة بالبيئة مثل مركب ددت.
3. إنتاج بكتريا تقاوم التلوث البحري بالبترول باستخدام بكتريا تفتت وتلتهم جزيئات البترول.
4. إنتاج بولميرات تسمى Biopal تنتجها بكتريا يوتر وفاس الي E. coil ثم الي النبات هذا البلاستك الحيوى يشبة البلاستك ويسهل تحلله بكتيريا وعليه فهو بديل آمن بيئيا اكتشفه الكيميائي دوجلاس دينيس حيث وجد ان بكتيريا يوتر وفاس لها القدرة على انتاج مادة (PHB) البلاستيكية ثم جاء دكتور كريس سومر (عالم نبات جامعة ميتشجان) فقام بنقل جينات PHB ببكتيريا يوتر وفاس الي الشريط الوراثي لبعض نباتات العائلة الخردلية وهذا يمثل خطوة هامة في صناعة البوليمرات حيث امكن لتلك النباتات إنتاج مادة PHB لبلاستيكية.
5. استخدام البكتريا المحللة لمياه المجارى وتطبيقها علي بعض انواع الصرف الصناعي.

(ز) سابعا التخلص من الطحالب والنباتات المائية الملوثة لمياه الأنهار بالمكافحة البيولوجية.

لقد أمكن التعرف حتى الآن على ما يقرب من 300 نوعا من الطحالب تسبب تلون مياه البحر في أوقات وظروف معينة كما أمكن تحديد ما يقرب من 75 نوعا تنتج سموما مختلفة التأثيرات على الأحياء المائية وعلى الانسان.

وهناك بعض السلبيات التي يعتقد أن وراءها الطحالب منها:

◊ الرائحة والمذاق واللون والمواد الهلامية في بعض مياه الشرب نتيجة عدم المتابعة الصحيحة.

◊ تآكل بعض المنشآت الخرسانية والمعدنية المغمورة او الموجودة في الأماكن الرطبة نتيجة عدم الصيانة.

◊ انسداد بعض المرشحات في محطات تنقية المياه بالطحالب الدقيقة نتيجة عدم الجدية والمتابعة المستمرة.

◊ قلة انسياب مياه التبريد في محطات ومفاعلات توليد القوى بسبب عدم الدراية البيئية و تكاثر الطحالب.

◊ تولد الحساسية للصيادين خاصة في الأيدي بسبب الدياتومات وهذا أمر الله وهي من الأمراض المهنية.

◊ تلون الخزانات والأنابيب الشفافة بألوان تسببها بعض الطحالب الدقيقة.

◊ تكاثر بعض الطحالب الدقيقة في أحواض السباحة.

◊ الازدهار الشاذ Eutrophication والمد الأحمر للطحالب الدقيقة من بعض العوالق وهي في الغالب تفرز(سموم) نتيجة الخلل البيئي وتغير المناخ و التلوث في أغلب الأحوال.

لقد سجل تاريخيا حدوث حالات نفوق للمواشي والطيور في عديد من المناطق بسبب الشرب من مياه تزدهر فيها أنواع من الطحالب الخضراء المزرقة خاصة أنواع من ميكرو سستس Microcystis وأنابينا Annabena وأفانيزومينون Aphanizomenon ووجد أنها تفرز سموما خطيرة قاتلة ((VFDF تعجل بموت الحيوانات في أقل من ثلاث ساعات من شرب المياه الملوثة المحتوية علي ازدهار نوع أو أكثر من هذه الطحالب و عندما استخلص السم (Anatoxin) من الطحالب وجد انه قاتل لفيران التجارب في أقل من دقيقتين والموت دائما يكون بالاختناق وتوقف التنفس.

اما النباتات المائية فتعد من اكثر مشاكل تلوث البيئة المائية وضــوحا فــي الانهار العذبة وتشمل أنواع حشائش ورد النيل، والخس المائي والفطر. وقد حدثت المشكلة بأقصى درجة من الحدة في البحيرات الداخلية في أمريكا اللاتينية، وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ومصر حيث أصبحت تهدد الأمن الغذائي المحلي، وفــي أنهار آسيا حيث تبين أنها أعراض مشكلة مخالفة (وهي الجريان المفرط للمغذيات). ولا يعتمد عليه معالجة مشاكل الأعشاب المائية على الوسائل الكيماوية فقط وإلاّ فإن النفايات يمكن أن تلوث موارد المياه. وتعتبر الأساليب البيولوجية التي تحدد وتوفر عناصر المكافحة المناسبة للتخلص من الأنواع الغازي'

أسلوب تكميلي هام:

وقد طبقت المكافحة البيولوجية للآفات بنجاح في عدد من الحــالات خــلال السنوات الاخيرة، والمكافحة البيولوجية تتعلق بأعشاب بعينها وطبقت في عدد مــن البلدان (حيث خفضت مخاطر التأثيرات الجانبية غير المرغوبــة) ويتطلــب هــذا الأسلوب استثمارات محدودة نسبيا.

وتعتمد المكافحة البيولوجيةعلي استخدام الأعــداء الطبيعيــين للنبــات مــن الحشرات، وقد ابتكر حديثا "بيترنو نشفاندر" الخبير بالمعهد الدولي للزراعة المدارية ببنين طريقة استخدام الخنافس التي يتم وضعها على ورد النيل لتأكله، وقد ســجلت هذه الطريقة نجاحا ملحوظا يفوق المكافحة الميكانيكية، إلا أنها لم تنجح في القضاء عليه نهائيا؛ ذلك لسهولة تكاثره الخضري بالتجزئة فأي جزء ينفصل منــه يتكــاثر ويصبح نباتا جديدا.

ومن التجارب الناجحة لمكافة ورد النيل بيولوجيا تلك التي طبقت المكافحــة البيولوجية لورد النيل Eichhornia crassippes (Mart.) Solms التابع لعائلــة Pontederiaceae بمصــر منــذ عــام 2000 باســتخدام حشــرتى الســوس Neochetina eichhorniae Warner و N. bruchi Hustache

(Curculionidae: Coleoptera)) فى بحيرتى مريوط وادكو بشمال مصر بتعاون مع الحكومة الفرنسية. وقد تم إطلاق أعداد من حشرتى السوس على فترات مختلفة على مدى ثلاثة أعوام متتالية أدت الى خفض ناجح فى نسب إصابات ورد النيل بكلتا البحيرتين. وقد أكدت الصور الملتقطة بواسطة القمر الصناعى الفرنسى "سبوت" عام 2001 انخفاض الاصابة بورد النيل نتيجة لإطلاق الحشرات بنسبة 29.1 و 34.4% فى بحيرتى مريوط وادكو على التوالى. كما أكدت الصور الملتقطة بنفس القمر عام 2003 انخفاض الإصابة بورد النيل فى بحيرة ادكو بنسبة 58.5 % عما سجل فى عام 2001 لتصل نسبة الإنخفاض الكلية فى هذه البحيرة الى أكثر من 72% من المساحة المصابة بورد النيل قبل اطلاق الحشرات.

قاموس المصطلحات العلمية

A

عامل لا أحيائي Abiotic

مركب غير حي للبيئة مثل تربة، ماء، هواء، ضوء، مواد غذيةغير عضوية.

التلوث المقبول Acceptable Pollution

التلوث المقبول هو درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظـــام الإيكولـــوجي ولا يكون مصحوبا بأي أخطار او مشاكل بيئية رئيسية.

المطر الحمضى Acid Rain

يحدث عندما تتفاعل أكاسيد الكبريت و النيتروجين المنبعثه من مصادر التلوث المختلفـــة (مثـــل مصادر حرق الوقود من المصانع ومحطات توليد القوى ووسائل المواصلات) مع بخار الماء فى الجو لتتحول إلى أحماض و مركبات حمضيه ذائبه تبقى معلقه فى الهواء حتى تتساقط مع ميـــاه الأمطار (او الضباب او الثلوج او البرد) مكونه ما يعرف بالأمطار الحامضيه التي تحتوي علـــى نوعين رئيسيين من الأحماض القوية وهي حمض الكبريتيك وحمض النيتريك.

مستويات التأثير Action Level

هي المستويات المسموح بها من قبل حماية البيئة (EPA)) لمتبقيات المبيـــدات فـــي الاغذيـــة او الاعلاف والناتجة عن اسباب اخري غير التطبيق المباشر للمبيدات وتقـــرر مســـتويات التـــأثير كدلالة علي المتبقيات الناتجة عن استخدام قانوني او حادث ملوث.

الحمأة المنشطة Activated Sludge

هو اصطلاح يطلق علي مجموعة الكائنات الدقيقة الحية التي لترى بالميكرسكوب وموجودة فـــي الطبيعة , وتكون في حالة نشطة فعالة , ويطلق علي طريقة المعالجة البيولوجية التي تعتمد علي تلك الكائنات في المعالجة طريقة المعالجة بالحمأة والتي تعد من اشهر طرق المعالجة البيولوجية علي الاطلاق.

والحمأة المنشطة لها القدرة علي استهلاك المواد العضوية كغذاء سواء كانت هذه المواد عالقة او ذائبة في مياه المجاري , ونمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة والتصاقها بالمواد العالقة يزيد مـــن وزنها مما يسهل عملية فصلها من الماء المعالج بواسطة الترسيب في المروقات النهائية.

الامتزاز (الادمصاص) Adsorption

هو احد الخواص الفيزيائية للمواد , حيث تنتشر المواد القابلة للامتزاز علي سطح المادة المازة , وهي احدي الطرق المتقدمة لمعالجة المخلفات والملوثات بغرض ازالة بعض المواد العضوية من المياه او الهواء باستخدام مادة نشطة سطحيا مثل الكربون المنشط.

هوائي Aerobic

كائن حي قادر على العيش بوجود الأكسجين فقط، او عملية تحدث فقط بوجود أكسجين جزيئي في الهواء او أكسجين مذاب في الماء.

البكتريا الهوائية Aerobic Bacteria

هي كائنات حية دقيقة تري فقط بالمجهر, وهي التي تنمو وتتكاثر فقط في وجود الأكسجين ويمتنع نموها في غيابه , ومن مميزات هذه البكتريا انها تتغذي علي المواد العضوية وتحللها الي غاز ثاني أكسيد الكربون وماء ونواتج اخري غير ضارة. واشهر هذه الأنواع من البكتريا Bacillus thermoliquifaciens, Pseudomonas delphini, non pathogenic Mycobacteria

الطحالب Algae

الطحالب كائنات اما وحيدة الخلية او متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد علي غذائها علي ضوء الشمس حيث تقوم بعملية البناء الضوئي , وللطحالب دور هام في المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة وذلك لسبب وهوفي بحيرات الأكسدة بانتاجها الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي فتستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك خلال النهار , , وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية و المختلطة.

البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria

هي كائنات حية دقيقة تري فقط بالمجهر، وهي التي تنمو وتتكاثر فقط في غياب الأكسجين ويمتنع نموها في وجوده، وقد تقتل هذه البكتريا اذا تطرق الأكسجين الي بيئتها , وتتميز هذه البكتريا انها تتغذي علي المواد العضوية في عدم وجود الأكسجين الذائب وتحللها الي غازات متعفنة وسامة وقابلة للاشتعال مثل غازات اول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والميثان والأمونيا ومجموعة اخري من الغازات المتعفنة والسامة.

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الاجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت او مشاريع ثابتة او متحركة.

الذرات Atoms

ومفردها ذرة (Atom)، وهى أصغر جزء من العنصر، يمكن أن يدخل في التفاعلات الكيميائية، دون أن ينقسم او يتجزأ. وتتكون الذرة من النواة، التي يحيط بها المسارات او المدارات الإلكترونية.

الغلاف الجوي Atmosphere

هو الجزء الغازى الذى يحيط بالكرةالأرضية و يتكون هذا الغلاف من النيتروجين (بنسبة 79.1%) و الأكسجين (بنسبة 20.9%) بالإضافه إلى كميات صغيره من ثانى أكسيد الكربون (بنسبة 0.036%) و غازات أخرى بتركيزات قليلة جداً أهمها (بخار الماء والهيدروجين والهليوم و الأرجون و الكربتون).ويتكون الغلاف الهوائى من أربع طبقات طبقاً للخواص الكيميائية والحيوية:

1. التروبوسفير (Troposphere)
2. الستراتوسفير (Stratosphere)
3. المزوسفير (Mesosphere)
4. الثرموسفير (Thermosphere).

التنقية الذاتية للمياه خلال طبقات التربة Auto Purification across Soil Layers

هو قدرة التربة علي حجز الملوثات الدقيقة المحمولة مع جزيئات الماء والتي تحتجز علي مستوي الطبقات العليا للتربة لقد اثبتت التجارب ان اقصي عمق يمكن للملوثات ان تصل اليه هو في حدود 2 متر من سطح الأرض اذا تعمل التربة علي تنقية المياه من الملوثات خلال طبقاتها وهو ما يعرف بقدرة التربة علي التنقية الذاتية.

الكائنات ذاتية التغذية Autotrophic Organisms

هي الكائنات الحية التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون لانتاج مادتها العضوية ، وقد تستخدم هذه الكائنات الضوء كمصدر للطاقة او تحصل علي الطاقة اللازمة لها من اكسدة

المواد الكيميائية (مثل اكسدة المواد غير العضوية او تفاعلات الاختزال). ومن اشـــهر انـــواع الكائنات الحية ذاتية التغذية الطحالب و بكتريا البناء الضوئي وبكتريا التأزت.

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية , يتكاثر معظم انواعها بالانقسام الثنائي, وبالرغم من ذلك هنـــاك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي او بالتفرع. وحتي الان يوجد الاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئسية تبعا لشكلها وهي الكروية والأسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية (اللولبية).

وتعد البكتريا من اكثر الكائنات الممرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي او الصـــناعي وذلك لان اعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وانواعها بالالاف , كما ان للبكتريا دور هام واساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

البكتريولوجيا Bacteriology

علم يدرس كائنات حية ذات خلية واحدة تسمَّى البكتيريا. تسبب بعض أنواع البكتيريا أمراضـًــا خطيرة مثل الجذام والدرن (السل)، وبعضها الآخر مفيد وغير ضار. فمثلاً تساعد بعض البكتيريا على بقاء البيئة نقية ونظيفة بمساعدة الكائنات الميتة على التحلل. ويقوم علماء البكتيريا بدراســـة البكتيريا الضارة ليحددوا الطريقة التي تسبب الأمراض وكيف تكون الوقاية منها. كما يقومـــون بدراسة البكتيريا النافعة ليتوصلوا إلى كيفية الأستفادة منها والسيطرة عليها.

مياه الإتزان (مياه الصابورة) Ballast Water

هو نظام لحفظ توازن السفن وهو ما يراعي عند تصميم السفينة حيث تحمل السفن وزنًا إضافيًا سائلاً يُسمى الصابورة. وبدون هذا السائل، قد تنقلب سفينة الشحن الفارغة وتجنح فـــي المحـــيط كقطعة الفلين , وتعد المياه الموجودة داخل صهريج على الســـفينة مصـــدرا للتلـــوث إذا كانـــت محتوياتها من الزيت تزيد على 15 جزءا في المليون.

التركيز (التراكم) الحيوي Bioaccumulation

تراكم الملوثات في الكائنات الحية عن طريق الامتصاص أو من خلال السلسلة الغذائية.، ويعتمد مقدار التراكم الحيوي على النسبة بين معدل دخول المادة إلى خلايا الكائن الحي ومعدل تكسيرها أو التخلص منها. فإذا قام كائن حي باستيعاب كمية قليلة من المادة الملوثة فقد يكون قادراً علـــى

التخلص منها بدون حدوث تراكم ملحوظ، ومع ذلك فإذا لم تكن الكائنات الحية قادرة على إزالة التلوث من جسمها فسوف يحدث تراكم حيوي

وهذه الملوثات تكون مركبات لا تدخل في التمثيل الحيوي فتظل مستقرة في الكائن الحي مثل المعادن الثقيلة وبعض المركبات الصناعية. ويمكن عن طريق التركيز الحيوي الوصول إلى حالة البيئة من التلوث، ويتم ذلك غالباً للبيئة المائية حيث بتحليل الأسماك والأحياء المائية ودراسة وجود هذه الملوثات بها يمكن التوصل إلى تصور عن حالة البيئة المائية التي تتواجد فيها هذه الأحياء.

معامل التركيز الحيوي Bioconcentration Factor

هو معدل تركيز المادة في الكائن الحي (المختبر) بالنسبة للتركيز للبيئة المحيطة.

التحلل (الهدم) الحيوي Biodegradation

هو تحلل او هدم للمادة (القابلة للتحلل بيولوجيا) بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

التنوع البيولوجى Biodiversity

التنوع البيولوجى يعنى تنوع جميع الكائنات الحية، والتفاعل فى ما بينها، بدءا بالكائنات الدقيقة التى لا نراها الا بواسطة الميكروسكوب، وانتهاء بالأشجار الكبيرة والحيتان الضخمة. والتنوع البيولوجى موجود فى كل مكان، فى الصحارى والمحيطات والأنهار والبحيرات والغابات. ولا أحد يعرف عدد أنواع الكائنات الحية على الأرض. فقد تراوحت التقديرات لهذه الأنواع بين 5 و80 مليون او أكثر، ولكن الرقم الأكثر إحتمالا هو 10 مليون نوع.

الغاز الحيوي Biogas

غاز ينتج من تخمر المواد العضوية عن طريق التثبيت اللاهوائي ويتم إنتاج الغاز الحيوي عن طريق تخمير المواد العضوية (مثل روث الحيوانات او الصرف الصحي او الحمأة) في اوعية محكمة لا تنفذ الهواء. كما يتم إنتاج الغاز الحيوي من بعض المدافن الصحية للمخلفات. ويغلب على تركيب الغاز الحيوي غاز الميثان. ويستخدم الغاز الحيوي كوقود يمكن استخدامه في المواقد والإضاءة وتوليد الطاقة. وينتشر استخدام الغاز الحيوي كمصدر للطاقة في الأماكن الريفية عن طريق تصنيع وحدات لاهوائية صغيرة لإنتاجه، خاصة في الريف الصيني والهندي. ويتميز الغاز الحيوي بأنه مصدر متجدد للطاقة لا ينتج عنه أضرار بيئية.

عمليات المعالجة البيولوجية Biological Treatment Processes

وهي طرق و عمليات المعالجة التي يتم فيها التخلص من الملوثات في المخلفات السائلة وذلك بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة الميكرسكوبية ((Microorganisms.

وتختص هذه المعالجة البيولوجية بازالة الموادالعضوية القابلة للتحلل بيولوجيا عن طريق البكتريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية او ذائبة في مياه المجاري. وينتج من المعالجة البيولوجية غازات كنواتج نهائية والتي تنطلق الي الهواء الجوي ونواتج اخري تدخل الي خلايا الكائنات الدقيقة ومن ثم يسهل ترسيبها بعد ذلك.

وتستخدم المعالجة البيولوجية ايضا في التخلص من المغذيات (النتروجين والفسفور) وذلك من خلال عمليات التأزت Nitrification , وعكس التأزت Denitrification بالنسبة للنتروجين، وتحويل الفسفور الي مركبات ثابتة

يسهل الأستفادة منها في اغراض متعددة كالزراعة مثلا.

الاكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بألاكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة , وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية وفي المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي ومعالجة الرواسب الصلبة (الحمأة).

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

يعتبر الأكسجين الحيوي المستهلك من أهم الأختبارات التي تحدد كفاءة المعالجة البيولوجية , فقيمة الأكسجين الحيوي المستهلك تحدد بدقة قيمة الحمل العضوي الموجود في المياه (مقدار التلوث العضوي)

ويعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ويقدر بالمليجرام لكل لتر .

الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وهي الملوثات المسببة للتلوث البيولوجي وتشمل الكائنات الحية الدقيقة مثل الفيروسات والبكتريا والطفيليات التي تنتشر بشكل كبير في البيئات المختلفة مسببة اضرارا للانسان وبيئته , وايضا الملوثات التي تسببها الكائنات الاخري التي تعد افات زراعية او صحية علي الأنسان والحيوان او النبات مثل النباتات المائية الضارة كورد النيل او الطحالب المائية.

التلوث البيولوجي Biological Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات والطحالب في المياه. وتنتج هذه الملوثات، في الغالب، عن اختلاط فضلات الأنسان والحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، او المالحة، او عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي او زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال او في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة.

المعالجة الحيوية Bioremediation

هي استخدام الكائنات الحية لتنظيف بقع الزيت او ازالة الملوثات الاخري من التربة او من الماء او المجاري المائية او لتنقية مياه الصرف وايضا استخدامها لمقاومة وازالة الافات الصحية والزراعية او استعمالها كمضادات لامراض الاشجار والنباتات والحيوانات.

الغلاف الحيوى Biosphere

الحيز الذى توجد به الحياه في الكرة الأرضية ويضم هذا الغلاف الحياه فى أعماق المحيطات و على سطح الأرض و على قمم الجبال و لا يزيد أقصى سمك له على 14كم. ويشمل الغلاف الحيوى جميع الكائنات الحيه على اختلاف أنواعها.

C

مياه الكالسيوم Calcium water

هي التي يحتوي كل لتر منها علي (140 ملي جرام من مادة الكالسيوم) الذي يساعد علي نمو جسم الأنسان.

مادة مسرطنة Carcinogen

اي مادة يمكن ان تسبب في احداث او تفاقم السرطان.

الخلية Cell

هي وحدة التركيب و الوظيفة في الكائنات الحية فجسم الأنسان مكون من اجهزة والاجهزة مكونة من اعضاء والاعضاء مكونة من انسجة والانسجة مكونة من خلايا.

الأكسجين الكيمائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيمائي المستهلك بانه كمية الأكسجين المطلوبة لاكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ولهذا فان الأكسجين الكيمائي المستهلك يعتبرقياس للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا) , لذلك فقيمة الأكسجين الكيمائي المستهلك أكبر او تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك ولا يمكن ان يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي.

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية مما يغير من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء,وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية، او الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

عمليات المعالجة الكيميائية Chemical Treatment Processes

وهي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها ازالة او تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق اضافة الكيماويات اوعن طريق التفاعلات الكيمائية , ومن أمثلة هذه العمليات الكيميائية الترسيب الكيميائي والادمصاص والتطهير وهذه العمليات السالف ذكرها من اكثر العمليات شيوعا في معالجة مياه الصرف الصحي

الكلورة Chlorination

تدمير وقتل الكائنات الممرضة باستخدام الكلور او مركباته , كأحد اكثر الطرق شيوعا في تطهير مياه الصرف الصحي.

الإنتاج الأنظف Cleaner Production

طرق في الإنتاج الصناعي يتم مراعاة أن يتنج عنها الحد الأدنى الممكن من التلوث. وتعتمد طرق الإنتاج الأنظف على تقليل تولد المخلفات من المنبع (Waste Minimization) وذلك مقابل ترك المخلفات أن تتولد ثم يتم التفكير في معالجتها والتخلص منها بعد ذلك. ويتميز الإنتاج الأنظف أنه يحقق كفاءة أكبر للعملية الإنتاجية، حيث يتم فيه ترشيد استخدام الموارد من المواد الخام والماء والطاقة على مقدار الحاجة بحيث لا يتم فقد الكثير من المخلفات من هذه العملية الإنتاجية. ويشمل الإنتاج الأنظف أيضاً استرجاع بعض المخلفات المفيدة في العمليةالإنتاجية بدلاً من التخلص منها. وتحاول كثير من الصناعات الحديثة تطبيق مبدأ الإنتاج الأنظف حيث أنه يعفيها من كثير من المسئوليات البيئية كما يحقق لها كثير من الفوائد الاقتصادية.

السحاب Cloud

السحاب، في حقيقته، ما هو إلاّ مجموعة من قطرات الماء،المتناهية في الصغر، إذ تصل أقطارها إلى حوالي 10 ميكرون. ويحتوي السنتيمتر المربع منها، على حوالي 100 قطرة. وتحمل الرياح السّحب من مكان إلى آخر، حتى تسوقه إلى المكان المقدر هبوط المطر فيه، فتنخفض درجة حرارته إلى أقل من درجة التشبع، او الندى، فيسقط المطر.

المواد الغروية Colloidal matter

وهي جزء من المواد الصلبة يعرف بالمواد الغروية وهذه المواد تنتج من مخلفات المجازر والدهون والزيوت الذائبة في الماء وتسبب عكارة في الماء والمواد الغروية لا يمكن فصلها بالطرق الطبيعية مثل الترشيح او الميكانيكية.

الكلور المتبقي المتحد Combined Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في الماء علي هيئة مركبات للكلور مع الأمونيا التي توجد اصلا في الماء او تضاف لي الماء قبل اضافة الكلور

التكثف Condesation

هو عملية تحول الماء من حالته الغازية(بخار) إلى سائل. والتكثف مهم بالنسبة لدورة الماء لأنه يشكل السحب التي تتسبب بدورها في تكثف البخار ليصبح مطراً او ندى، وهو الوسيلة الرئيسية لعودة الماء إلى الأرض. ولذلك فإن التكثف هو عكس التبخر تماماً.

المكثف Condenser

وهو عبارة عن وعاء كبير من الصلب يدخل اليه من الأعلى البخار الآتي من التوربين بعد أن يكون قد قام بتدويرها وفقد الكثير من ضغطه ودرجة حرارته، كما يدخل في هذا المكثف من أسفل تيار من مياه التبريد داخل أنابيب حلزونية تعمل على تحويل البخار الضعيف إلى مياه حيث تعود هذه المياه إلى المراجل مرة أخرى بواسطة مضخات خاصة.

الكائنات الحية المستهلكة Consumers

وهي التي تستعمل المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية سواء بصورة مباشرة او غير مباشرة، وهي بذلك تعتبر غير ذاتية التغذية Heterotrophs، لأنها غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية, وهي تشتمل على الحيوانات والفطريات ومعظم البكتريا, ويتم تصنيف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدر غذائها إلى آكلات الأعشاب، وآكلات اللحوم وآكلات الأعشاب واللحوم.

المواد الملوثة للبيئة المائية

Contaminated Substances Of Aquatic Environment

هي أية مواد يترتب على تصريفها في البيئة المائية بطريقة مباشرة او غير مباشـرة إراديـة او غير إرادية تغيير في خصائصها على نحو يضر بالأنسان وبالكائنات الحية الأخرى او بـالموارد الطبيعية او بالبيئة المائية او يضر بالمناطق السياحية او يتـداخل مـع الأسـتخدامات الأخـرى المشروعة للبيئة المائية.

D

التلوث الخطر Dangerous Pollution

التلوث الخطر هو درجة من درجات التلوث الذي بدأ معه التأثير السلبي على العناصـر البيئيـة الطبيعية والبشرية ,حيث أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج.

المخلفات الخطرة Dangerous Waste

تتكون من المواد المطروحة التي قد تهدد صحة البشر والبيئة. ويعد المخلف خطرًا إذا ما تسـبب في تآكل المواد الأخرى، او انفجر، او اشتعل بسهولة، او تفاعل بشدة مع الماء، او كان سـامًا. وتشمل مصادر المخلفات الخطرة المصانع والمستشفيات والمعامل، وفي مقدورها أن تتسبب فـي إحداث الإصابات الفورية إذا ما تنفسها الناس او ابتلعوها او لمسوها.

نزع الكلور Dechlorination

ازالة الكلور الكلي المتبقي المتحد والذي قد يكون موجودا بعد عملية التطهير بالكلورة.

المحللات Decomposers

وهي كائنات لا يمكن اعتبارها ذاتية التغذية، لأنها لا تصنع غذائها من مـواد لا عضـوية، ولا يمكن اعتبارها كذلك كائنات مستهلكة، لأنها لا تتناول طعاماً جاهزاً، بل إنها تقوم بتحليل الكائنات الحية, وتشتمل المحللات على البكتريا والفطريات وتصنف حسب متطلباتها من الأكسجين إلـى ثلاثة أنواع:

- الكائنات المحللة الهوائية Aerobes
- الكائنات المحللة اللاهوائية Anaerobes
- الكائنات المحللة الاختيارية Facultative Anaerobes

ازالة التلوث Decontamination

هو ازالة المواد الضارة الملوثة سواء كانت كيماوية(كالمواد والمركبات الكيميائية) او بيولوجية (كالكائنات الحية) او فيزيائية كالمواد المشعة وذلك من الانظمة البيئية كالماء والهواء او التربة او من الاشخاص المعرضين للتلوث.

لتعريف الشامل للتلوث Definition of Pollution

التعريف الشامل للتلوث يشمل كل النقاط التالية:

أي تغيير فيزيائي او كيميائي او بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير ضار على الهواء او الماء او الأرض او يضر بصحة الأنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة.

هو تدمير او تشويه النقاء الطبيعي لكائنات حية او لجمادات بفعل عوامل خارجية منقولة عن طريق الجو او المياه او التربة.

هو كل تغيير كمي او كيفي في مكونات البيئة الحية او غير الحية لا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها.

هو كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء او الماء او الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها او تؤثر على استقرار تلك الموارد.

هو إدخال إي مادة غير مألوفة إلى أي من الاوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغيير في نوعية وخواص تلك الاوساط.

إدخال مواد او طاقة بواسطة الأنسان سواء بطريق مباشر او غير مباشر إلى البيئة بحيث يترتب عليها آثارة ضارة من شأنها أن تهدد الصحة الأنسان ية، او تضر بالموارد الحية او بالنظم البيئية او تنال من قيم التمتع بالبيئة او تعوق الأستخدامات الأخرى المشروعة لها.

التلوث المدمر Destructive Pollution

يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام الإيكولوجي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لإختلاف مستوى الإتزان بشكل جذري. وقد ينهار النظام البيئي كليا من تأثير التلوث المدمر ويحتاج الي عدة سنوات طويلة لإعادة اتزانه.

الديوكسين Dioxins

مجموعة مواد خطرة سامة ومسببة للسرطان وهي من الناحية الكيميائية مواد عضوية تتكون من حلقتين من حلقات البنزين. تنتج مواد الديوكسين كمنتج ثانوي من إنتاج نوع من أنواع مبيدات الأعشاب، كما تنبعث مواد الديوكسين كنتيجة لحرق المواد العضوية المكلورة (مثل مخلفات البلاستيك من نوع PVC) والتي توجد في القمامة والمخلفات الصناعية. وتتميز مواد الديوكسين بشدة السمية حيث أن تركيزات منخفضة نسبياً من الديوكسين تعتبر جرعات قاتلة لكثيرمن الكائنات الحية.

المغذيات النباتية المذابة في ماء البحر Dissolved Sea Nutrients

تحتاج النباتات البحرية إلى جانب الضوء، إلى العديد من العناصر المذابة في المياه. منها ما يوجد بوفرة مثل ثاني أكسيد الكربون $CO2$، والكالسيوم Ca^{++}، والصوديوم Na^{+}، والبوتاسيوم K^{++}، والماغنسيوم Mg^{++}، والسلفات $SO4^{--}$، ولكن هناك عناصر أخرى يطلق عليها المغذيات قليلة في مياه البحر وهي بالتحديد مركبات النيتروجين Nitrogen compounds، والفوسفور Phosphoresces، والسليكا Silica. تستهلك المغذيات في الطبقة السطحية من المياه بواسطة النباتات لتوفر ضوء الشمس. وتحد قلة المغذيات في هذه الطبقة من تكاثر البلانكتون النباتي رغم توفر ضوء الشمس.

عملية التطهير Disinfection

التطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للامراض, والمياه المعالجة الناتجة من محطات تنقية الصرف الصحي بها العديد من الكائنات الممرضة ولهذا يلزم تطهيرها قبل صرفها واعادة استخدامها,وتتم عملية التطهير باضافة جرعة الكلور اللازمة الي المياه خلال غرفة التلامس في مدة مكث تتراوح بين 20 الي 30 دقيقة.

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

يحتوي الهواء الجوي علي حوالي 20 في المائة من حجمه علي غاز الأكسجين , وعند احتكاك الماء بالهواء فان نسبة من ذلك الأكسجين تذوب في الماء ويعرف بالأكسجين الذائب , وللاكسجين الذائب اهمية كبري في حياه الكائنات المائية , اذا تستخلص كثير من الكائنات الأكسجين الذائب من المياه.

الغازات الذائبة في المياه Dissolved Gases in Water

تحتوي المياه علي بعض الغازات الذائبة والتي قد تاتي مع مياه الأمطار فلمياه الأمطار القدرة الفائقة علي اذابة الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو حتي قبل ان تصل هذه المياه الي سطح الأرض , كما انها قد تذيب بعض الغازات الاخري الموجودة في الجو.

مياه مقطرة Distilled Water

ويتم الحصول عليها بالتقطير لكنها تستخدم في المعامل الكيميائية من أجل التجارب وليس للشرب.

E

الاثر الايكولوجي Ecological Impact

هو التأثير الذي يحدثه الأنسان او النشاط الطبيعي عند الكائنات الحية والمكونات البيئية غير الحية.

النظام الإيكولوجى Ecosystem

منظومة معقدة مكونة من النباتات والحيوانات والفطريات والكائنات المجهرية والجمادات من الكيماويات والظروف الطبيعية والجيولوجية التي تدخل في العمليات الحيوية لهذه الكائنات الحية. ويحدث في النظام الإيكولوجي عمليات معقده و متشابكه و مترابطه تتميز بالعديد من المسارات التى تؤدى إلى تغير معدلات نمو الجماعات الحيه و تصل بها إلى حاله مستقره من التوازن فى اطار النظام ككل. وأي عملية تحدث لأي عنصر من عناصر السلسلة الغذائية مثل استخدام مبيد يكون له تأثير على باقي عناصر النظام الإيكولوجي. ولا توجد حدود معينة للنظام الإيكولوجي، ولكن يمكن فرض حدود بغرض الدراسة البحثية حسب نوع الدراسة المطلوبة والنتائج المتوقعة.

التوصلية الكهربائية Electrical Conductivity

قياس مدى قابلية نقل وتوصيل الماء للتيار الكهربائي بوحدةالميكروسيمنز / سم ؛ إذ انه كلما كان تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء اكبر كلما كان قابلية الماء لنقل التيارالكهربائي أكبر. ويمكن تحويل التوصلية الكهربائية المقيسة بوحدة الميكروسيمنز/ سم إلى الوحدة (ملي جرام / لتر) بضربها في ثابت معين حسب نسبة وتركيز الاملاح الكلية الذائبة في المياه.

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum

الطيف الكهرومغناطيسي هوالسلسلة التي تتكون من مجمل حزم الموجات الأشعاعية المختلفة في الطول Wave Length والتردد Frequency والتي تنبعث من الإجسام المادية المنشطة التي

تشع فيما حولها كموجات اشعاعية حاملة كمية معينة من الطاقة، ويتكون الشعاع المنبعث من مجالين متآلفين (مترافقين دائما) من الطاقة Energy، هما: الطاقة الكهربائية او المجال الكهربائي Electrical Field والطاقة المغناطيسية او المجال الكهرومغناطيسي Magnetic Field، وهاذان المجالان يكونان في ترافقهما متعامدين دائما.

الانبعاث Emission

هو تشتت المادة خارج منطقة التطبيق الفعلية , وقد يكون هذا التحرك الغير مرغوب فيه راجعا للانجراف، ويعبر ايضا عن التلوث المنصرف في الغلاف الجوي من المداخن وغيرها من المنافذ ,مثل مسطحات لوازم الانشطة التجارية والصناعية ومواقد ومداخن المنازل ومواتير المركبات والقاطرات او البخار المنطلق من الطائرات.

البيئة Environment

عرفت البيئة بعدة تعريفات، فعرفتها هيئة حماية البيئة الأمريكية ب "مجموعة العناصر (والمنظومة المعقدة التي تجمعها) التي تجعل الأشياء والظروف المحيطة بحياة الأفراد والمجتمعات كما يتم معاينتها". وعرفها الإتحاد الاوروبي أنها "هي اجمالى الأشياء التى تحيط بحياة الأنسان وتؤثر في الأفراد والمجتمعات". وتشمل البيئة على ذلك الموارد الطبيعية (البيئة الطبيعية) من الهواء والماء والتربة والمباني الحضرية (البيئة الحضرية) والظروف المحيطة بمكان العمل (بيئة العمل) وتشمل كذلك الكائنات الحية من نبات وحيوان والكائنات المجهرية.

المراقبة البيئية الحيوية Environmental Biological Monitoring

هي استخدام الكائن الحي في المراقبة البيئية حيث ان وجود الملوث داخل الكائن الحي يعكس ويدل علي مستوي الملوث بالبيئة المحيطة بالكائن الحي.

الكيمياء البيئة Environmental Chemistry

الكيمياء البيئية هو الفرع من العلوم الذي يدرس مكونات البيئة من الناحية الكيميائية وتفاعلاتها وكذلك الطبيعة الكيميائية للملوثات البيئية والطرق الكيميائية لمعالجتها.

الجريمة البيئية Environmental Crime

الجريمة البيئية بأنها كل فعل او إمتناع عن فعل يصدر عن شخص عام او خاص على المستويين المحلي والدولي، ويحدث مساسا بالتوازن البيئي او بموارد البيئة الطبيعية والاجتماعية بما يؤدي إلى حدوث ضرر ما مباشر او غير مباشر او يشكل خطرا يهدد صحة الأنسان وأمنه ومن ثم يتضرر عنه بعض او كل البشر، طبقا لنصوص القانون المحلي او الإتفاقيات الدولية.

الكوارث البيئية Environmental Disasters

الحادث الناتج ظروف طبيعية او من فعل الأنسان وينتج عنه ضرر بالغ بالبيئة لا يمكن احتواؤه بالإمكانية المحلية في موقع الحادث. وبهذا يمكن تقسيم الكوارث البيئية إلى كوارث طبيعية مثل الجفاف والمد البحري والفياضانات، وكوارث من فعل الأنسان سواء بالخطأ مثل حدوث تسرب غازات سامة من مصنع كيماويات او تسرب النفط من ناقلة نفط او من فعل الأنسان بالفعل مثل ما يحدث في الحروب من استخدام أسلحة الدمار الشامل. وتعد العديد من الدول خطط مسبقة لإدارة الكوارث البيئية بحيث إذا حدثت الكارثة يمكن تقليل الخسائر الحادثة بالمواجهة المبكرة والمدروسة للكارثة.

التأثير البيئي للانسان Environmental Effect

أي تغير في البيئة ضار أو مفيد، كلي أو جزئي، وتسببت فيه أنشطة الانسان أو منتجاته أو خدماته.

علم السموم البيئية Environmental Toxicology

هو دراسة التأثيرات الكيماوية الضارة على النظام البيئي. في البيئات الطبيعية، تتفاعل الكائنات الحية (نباتات، حيوانات، المجهريات) بالعديد من الطرق المعقدة بأشياء غير حية (الهواء، الماء، التربة). علماء السموم البيئيين يتتبعون حركة الكيماويات خلال (الهواء، الماء، التربة)، ويقيموا تأثير المواد، ليس فقط على صحة الإنسان، ولكن على الأفراد والسكان والجماعات ضمن النظام البيئي. بعض المواد، مثل(DDT) والتي لا تشكل تهديد حيوي للبشر، قد تؤذي بعض الحيوانات. بعض المواد الأخرى تسبب القلق بسبب استمرار وجودها في البيئة.

التبخرEvaporation

هو العملية التي يتحول بموجبها الماء من سائل إلى غاز او بخار، ويعد الطريقة الرئيسة لانتقال المياه مرة أخرى إلى دورة الماء، لتصبح بخار ماء داخل الغلاف الجوي. وتوفر المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار حوالي 90% من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي عن طريق التبخر، في حين أن نسبة الـ 10% المتبقية تأتي من ارتشاح النباتات.

الاثراء الغذائي Eutrophication

ظاهرة تحدث في مسطحات المياه تنمو فيها الطحالب والنباتات العالقة بشكل كثيف بحيث يصبح المسطح المائي مغطى تماماً بهذه النباتات ويبدو وكأنه جزء من اليابسة. يحدث التخثر عادة لزيادة تركيز مركبات النيتروجين والفسفور (غالباً نتيجة لتصرفات ملوثة من الصرف الصحي

والصناعي بها أحمال عالية من هذه المركبات) في الماء والتي تشكل العناصر الغذائية للنبات مما يترتب عليه ذلك النمو الكثيف للحياة النباتية. ينتج عن التخثر العديد من الأضرار البيئية منها منع وصول الضوء إلى الماء مما يترتب عليه موت النباتات الموجودة في القاع ويعمل ذلك على اختلال التوازن الحيوي في المسطح المائي المصاب.

F

البكتريا الأختيارية (المتحولة) Facultative Bacteria

وهي التي تتموونتكاثر تحت كلا من لظروف الهوائية واللاهوائية مثل Erwinia carotvora , وهذه البكتريا لها القدرة علي المعيشة في وجود او عدم وجود الأكسجين الذائب,وهي كائنات تستطيع أن تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه، فإذا توفر الأكسجين كانت هوائية، وإذا انعدم أصبحت لا هوائية، مثل بكتريا التربة Aerobacter. وتتغذي علي المواد العضوية مثل نواتج ايض البكتريا الهوائية ونواتج البكتريا اللاهوائية.

الترشيح Filtration

هو العملية التي يتم فيها إزالة المواد العالقة (المسببة للعكارة). وذلك بإمرار الماء خلال وسط مسامي مثل الرمل وهذه العملية تحدث بصوره طبيعية في طبقات الأرض عندما تتسرب مياه الأنهار الى باطن الأرض.

الجسيمات العالقة الدقيقة Fine Suspended Particulates

وهي الجسيمات العالقة الدقيقة الحجم ,وهذه الجسيمات صغيرة جدا وقطرها اقل من 0.1 ميكروميتر, ومن الصعب ترسبها ولها حركة عشوائية وقد تتجمع مع بعضها البعض ليزداد حجمها الي اكثر من 1 ميكروميتر. ويصل عددها في الهواء النقي الي عدة مئات في السنتيمتر المكعب , اما في الاجواء الملوثة فيصل عددها الي اكثر من 100 الف في السنتيمتر المكعب. ولا تشكل هذه الجسيمات خطرا كبيرا علي صحة الأنسان , مع انها تصل الي الرئتين بسهولة , حيث تستطيع الرئتين نفثها اثناء الزفير.

السلسلة الغذائية Food Chain

مجموعات من الكائنات الحية بحيث تتميز بمستويات غذائية متلاحقة في مجتمع معين من الكائنات الحية، بحيث تنتقل الطاقة بين هذه المستويات عن طريق التغذية فتدخل الطاقة هذه السلسلة عن طريق تثبيت المواد الاولية (التي ينتجها النبات) التي تتغذى عليها الحيوانات آكلة

العشب، ثم تنتقل بعد ذلك الى الحيوانات الآكلة للحوم. وعندما يتلوث أحد مكونات السلسلة الغذائية بملوث مقاوم للتغير (مثل المعادن كالزئبق والكادميوم مثلاً) فينتقل ذلك الملوث خلال السلسلة الغذائية وينتشر، ويتنج عن ذلك ما يعرف بالتركيز الحيوي.

التسمم الغذائي Food Poisoning

بأنه حالة مرضية مفاجئة تظهر أعراضها خلال مدة تتراوح ما بين ساعة واحدة و ثلاثة ايام على شخص او عدة أشخاص عقب تناولهم أغذية ملوثة بالبكتيريا، او السموم التي تنتجها هذه الكائنات, وايضا الملوثة بأنواع مختلفة من الفيروسات والطفيليات ومواد كيماوية سامة مثل التسمم الناتج عن تناول الفطر. وتشمل ألاعراض قيء و اسهالٍ و مغص و ارتفاع حرارة.

الكلور المتبقي الحر Free Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في المياه علي صورة حرة علي هيئة حمض الهيبوكلورس والذي ينتج من تفاعل الكلور مع الماء.

الفطريات Fungi

الفطريات كائنات متعددة الخلايا وليست كائنات ضوئية (لا تحصل علي غذائها من عملية البناء الضوئي) , وتتكاثر الفطريات بثلاث طرق بالتكاثر الجنسي او اللاجنسي (, بالانقسام وبالتفرع) او بالابواغ. معظم الفطريات كائنات هوائية تنشط وتنمو في وجود الأكسجين ولها القدرة علي العيش وجود نسبة رطوبة قليلة , ويمكنها التغلب علي الظروف البيئية الصعبة مثل التغير في قيمة الآس الهيدروجيني.

G

الحالة الغازية للماء Gaseous State of Water

يكون فيها الماء على شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة تبعا للضغط الجوي.

الهندسة الوراثية GeneticEngineering

مصطلح يُطلق على التقنية التي تغير المورِّثات (الجينات) الموجودة داخل جسم الكائن الحي. تحتوي خلايا كل الكائنات الحية على مجموعة من هذه المورثات التي تحمل معلومات كيميائية تحدد خصائص وصفات هذا الكائن. وقد استطاع العلماء ـ عن طريق تغيير مورثات الكائن الحي ـ إكساب الكائن وأحفاده سِمَات مختلفة.

المياه الجوفية GroundWater

هي تلك المياه الموجودة تحت منسوب سطح الأرض، وتشغل كل او بعض الفراغات الموجودة في التكوينات الصخرية، وهي في الأصل جزء من مياه الأمطار او مياه الانهار او المياه الناتجة عن ذوبان الجليد وتسرب قسما من مياهه الى باطن الأرض مكونة المياه الجوفية.

H

صحة البيئة Health of Environment

يعرف مفهوم الصحة البيئية علي انها توافر الموطن البيئي السليم والمستقر لنوع معين من الكائنات الحية وعلي راسها الأنسان بخيث يستطيع ان يعيش حياته بشكل سليم وأن يحافظ علي بيئته سليمة.

المعادن الثقيلة Heavy Metals

وتعرف بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء 5 مجم /سم3 المكعب وهي لها تاثيرات سلبية على البيئة عند الأفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الأنسان والحيوان والنبات ,أن جميع هذه المعادن تشترك كثيرا في صفاتها الطبيعية الاان تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هدا على اثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكادميوم منشئها خطر على الصحة العامة بينما المعادن الاخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر اثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من المعادن الاخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الاونة الاخيرة واصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغداء. وان كثير من المعادن الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بماقادير قليلة جدا ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها مستوى عالي في الجسم تصبح بعدها قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي.

الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophic Organisms

هي الكائنات الحية التي تستخدم الكربون العضوي كمصدر للكربون لانتاج مادتها العضوية وليس ثاني أكسيد الكربون , وقد تستخدم هذه الكائنات الضوء كمصدر للطاقة او تحصل علي الطاقة اللازمة لها من اكسدة المواد الكيميائية (مثل اكسدة المواد غير العضوية او تفاعلات الاختزال). ومن أشهر انواع الكائنات الحية غير ذاتية التغذية البرتوزوا والفطريات ومعظم انواع البكتريا.

النافورات الحارة Hot Fountain

وهي مياه جوفية تندفع بغزارة إلى أعلى لعدة أمتار بفعل عامل الضغط الهيدروستاتيكي, وتـأتي هذه المياه من أعماق بعيدة عن مستوى سطح الأرض تتصف بسخونتها مما يؤدي إلـى ارتفـاع درجة حرارة المياه.

الرابطة الهيدروجينية Hydrogen Bond

هي رابطة تجاذبية كهربية ضعيفة، بين ذرة الهيدروجين المرتبطة بذرة أخرى فـي جـزيء، والذرة سالبة الشحنة في جزيء آخر، او في نفس الجزيء. والذرات سالبة الشحنة، هـي تلـك الذرات التي تجذب الإلكترونات ناحية نواتها في رابطة قطبية. وأكثر العناصـر الشـائعة، ذات الذرات سالبة الشحنة، هي: الأكسجين، والكلورين، والنيتروجين، والفلورين.

ويُعد التجاذب بين الجزيئات من خلال الرابطة الهيدروجينية،مسؤولاً عن عديد من الخصـائص الهامة، للمواد المحتوية على هذه الرابطة. فعلى سبيل المثال، في الماء السـائل، تُعـد الرابطـة الهيدروجينية بين ذرة الهيدروجين الموجبة في جزيء، وذرة الأكسجين سالبة الشحنة في جزيء آخر، مسئولة عن حالته السائلة. كما تُعـد هذه الرابطة مسؤولـة، في الوقت نفسه، عـن رفـع درجة غليـان الماء، إلى درجة أعلـى (100 °م)، مما لو كانت هذه الروابط غير موجودة بـين جزيئات الماء.

الغلاف المائى Hydrosphere

يشمل هذا الغلاف جميع المسطحات المائيه التى تغطى نحو ثلاثة أرباع الكرة الأرضية(72%) فهو يشمل مياه الانهار و البحيرات العذبه والمحيطات و البحار و البحيرات الملحه. كما يشـمل المحيطات والأنهار المتجمدة وجبال الجليد والأجزاء المتجمدة من التربة. ويشمل أيضـاً الميـاه الجوفية وبخار الماء والسحب في الهواء.

I

الملوثات الصناعية Industrial Pollutants

وهي الملوثات التي تسبب الأنسان بحدوثها من خلال نشاطه الصناعي والزراعي والتجاري ,مثل الغازات والأبخرة والصرف السائل والمواد الصلبة التي تتخلف من المصانع او الهواء الملـوث الناتج من عوادم السيارات وايضا المخلفات التي تنتج من انشطة الناس ومعيشتهم.

العوامل المسببة للعدوى مسببات الأمراض Infectious agents

من اهم عوامل العدوي المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والبرتوزوا (الاوليات) او الطفيليات الاولية , وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الأمراض و فالبكتريا مثلا تسبب مرض الكوليرا والفيروسات تسبب مرض الالتهاب الكبدي الوبائي والبرتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الاميبية.

ومن اهم الأسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في مياه الصرف هو صرف، مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية الي شبكة المجاري العامة دون تعقيم او تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي الي انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

الأشعة تحت الحمراء Infrared Radiation

أشعة كهرومغناطسية غيرمرئية حيث أنها تتميز بطول موجة أكثر من تردد الضوء المرئي. وتنبعث الطاقة الحرارية من الأجسام الصلبة والسوائل والغازات في صورة أشعة تحت حمراء. وفي علوم الأرض تنبعث الطاقة الحرارية من الأرض في صورة أشعة تحت حمراء، وتتسبب غازات البيت الزجاجي في امتصاص هذه الأشعة ومنع خروجها إلى الفضاء الخارجي مسببة ما يعرف بظاهر الاحتباس الحراري.

الأيون Ion

تحت ظروف خاصة، قد تكتسب الذرة او تفقد إلكتروناً، وفى هذه الحالة يُطلق على الذرة اسم "الأيون". وعندما تفقد الذرة إلكتروناً، فإنها تصبح (أيوناً موجباً)، أما إذا اكتسبت إلكتروناً، فإنها تصبح (أيوناً سالباً). لذا، يمكن تعريف الأيون، بأنه: "ذرة ذات شحنة كهربية موجبة او سالبة، نتيجة فقدانها او اكتسابها إلكتروناً واحداً او أكثر".

الروابط الأيونية Ionic Bonds

يقصد بها القوى الإلكتروستاتيكية التي تربط اثنين او أكثر من الأيونات ببعضها.

التأين Ionization

تعرف عملية التأين بأنها: "عملية تحول ذرات مركب ما، إلى أيونات". عن طريق فقد او اكتساب الكترونات لهذ الذرات.

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والاملاح والعناصر الثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بانها ثابتة لا تتحلل.

النظائر المشعة Isotopes

نظائر العناصر الكيميائية هي أشكال من العنصر الكيميائي لذرتها نفس العدد الذري Z، ولكنها تختلف في الكتلة الذرية نظير، تعني نفس المكان، وذلك لأن كل النظائر المختلفة للعنصر تشغل نفس المكان بالجدول الدوري. والرقم الذري يساوى عدد البروتونات الموجودة في الذرة. وعلى هذا فإن نظائر عنصر محدد تحتوى على نفس عدد البروتونات. والإختلاف يكون في عدد الكتلة الذرية والذى ينتج من إختلاف عدد النيوترونات في نواة الذرة وتتشابه النظائر في الخواص الكيميائية وتختلف في الخواص الفيزيائية.

L

الغلاف اليابس Lithosphere

هو الحيز الذى توجد عليه الحياة البرية و يشكل الغلاف اليابس قشرة الأرض الخارجية الصلبة التى تتكون منها القارات و قيعان المسطحات المائية (أنهار- بحار- بحيرات- محيطات) و تبلغ أجزاء اليابس المعرضة للهواء 28 % من سطح الأرض.

الحمأة السائلة Liquid Sludge

هي المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع الحوض وكمية الحماة السائلة تقدر بما لا يزيد عن 1 % من كمية مياه الصرف الداخلية للحوض.

الحالة السائلة للماء Liquid State of Water

يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي100 درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط 1 جوي.

التلوث المحلي Local Pollution

هو التلوث الهوائي الذي يرتبط بأماكن محددة , كالتلوث الذي يحدث لمدينة او منطقة صناعية محددة أو غيرها.

M

مياه الماغنيسيوم Magnesium Water

هي المياه المعدنية التي يحتوي كل لتر منها علي (12 ملي جرام من مادة الماغنيسيوم) المركب مع الليثيوم والزنك الذي يحمي الجسم، ويقوي الجهاز المناعي ويسيطر علي ضغط الدم.

البيئة البحرية Marine Environment

هي المياه البحرية وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات بحرية أخرى، وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت او مشروعات ثابتة او متحركة وتبلـغ حـدودها حـدود المنطقة الإقتصادية الخالصة للدولة.

المخلفات الطبية Medical Waste

هي اية مخلفات صلبة او سائلة متولدة عن النشاط الطبي وناتجة عن التشـخيص او العـلاج او العمليات الجراحية او الوقاية المناعية للانسان او الحيوان او الناتجة عـن الابحـاث الطبيـة او اختبارات المواد البيولوجية.

طبقة الغلاف المتوسط (الميزوسفير Mesosphere)

تمتد من حد الإستراتوسفير إلى 80كم فوق سطح الأرض. وتتناقص درجة الحرارة فـي هـذه الطبقة مع الارتفاع حيث تصل درجة الحرارة في الأجزاء العليا منها إلى أدنى درجة ممكنة فـي الغلاف الجوي المحيط بالأرض. وهذا الجزء العلوي، من طبقة الميزوسفير يُدعى الميزوبوز (حد الغلاف الاوسط). وتهبط درجة الحرارة في هذا الجزء فوق القطبين إلى ما دون −109°م خلال فصل الصيف. ويمكن مشاهدة ذيل من الغازات الحارة تنساب في هذه الطبقة بفعل الشهب, حيث تستقبل النيازك والشهب حتي تحترق فيها.

الجزيئات Molecules

هي وحدات يمكن تجزئة المادة إليها. وتتكون الجزيئات من دقـائق أصـغر، أُطلـق عليهـا، باليونانية، اسم (Atom)، ومعناها "غير قابلة للانقسام"، وأطلق عليها، بالعربية، اسم "الذرة". وكل نوع من الجزيئات,يتكون من عدد معين من الذرات المرتبطة فيما بينها بروابط كيميائية.

الطفرة الوراثية Mutations

الطفرة هي أي تغير يحدث في عدد او نوع او تتابع الوحدات البنائية للمادة الوراثية، وتؤدي إلى إحداث تغير دائم فيها، ويتم توريثه للجيل التالي. ويعتقد أن الطفرات تحدث نتيجة أسباب عديدة،

منها التعرض للأشعة الكونية او بعض المواد الكيماوية، ولكن ليس معلوما على وجـــه التحديـــد كيفية حدوث هذه الطفرات.

N

الملوثات الطبيعية Natural Pollutants

هي الملوثات التي لا يتدخل الأنسان في احداثها , مثل الغازات والأبخرة التـــي تتصـــاعد مـــن البراكين او تأثير الانفجارات الشمسية علي الطقس , او احتراق الغابات بشكل طبيعـــي جـــراء ارتفاع الحرارة , أو انتشار حبوب اللقاح في الجو أو الكائنات الحية الدقيقة الضارة.

المحميات الطبيعية Natural Park

مساحة محددة من الأرض او المياه يتم فيها حماية الموارد الطبيعية فيها من أجل الأهمية العلمية، او الثقافية، او التعليمية المتعلقة بها، ولذلك يتم فيها اتخاذ إجراءات للحد من الأنشطة التنموية فيها وخاصة التي لها تأثير على تلك الموارد الطبيعية، ويتم إدارة هذه المناطق إدارة بيئية تعمل على تعزيز الحفاظ على هذه الموارد الطبيعية. ومن أمثلة المحميات الطبيعية الغابات التي تحتوي على أنواع نادرة من النباتات او الحيوانات، وأيضاً المناطق الساحلية التي بها أنواع نادرة من الأحياء المائية والشعاب المرجانية، وكذلك الأراضي الرطبة.

تثبيت النيتروجين Nitrogen Fixation

العملية البيوكيميائية التي بواسطتها يرتبط النيتروجين الجوي بمركبات عضوية متوافرة للنباتات. ينفذ مثلا بواسطة البكتيريات التي تعيش في درنات النتروجين على جذور البقوليات.

المغذيات مواد الاثراء الغذائي Nutrients

وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الدقيقة تحتاج المغذيات في نموها وتكاثرها ولو بنسب ضئيلة. من أهمها النتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئـــة المائيـــة كالانهار والبحيرات تؤدي الي نمو الطحالب غير المرغوب فيها , وايضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالآسماك نتيجة للاختناق ,ولو تسربت للارض تسبب تلوثا للمياه الجوفية.

O

الزراعة العضوية Organic Farming

هي الزراعة بدون استخدام كيماويات صناعية من أسمدة او مبيدات او مـواد حافظـة وبـدون استخدام مدخلات الهندسة الوراثية لتعديل السلالات الزراعية او الاشعاعات. وهي نظام شـامل لإدارة الإنتاج الزراعي يروج ويعزز الظروف البيئية الطبيعية عـن طريـق التنـوع الحيـوي (Biological Diversity) في التربة. ويستعاض عن استخدام الأسـمدة الكيماويـة باسـتخدام الأسمدة العضوية (مثل المكمورات وروث الحيوانات والمخلفـات العضـوية بعـد معالجتهـا) ويستعاض عن استخدام المبيدات الكيماوية بتطبيق المبيدات الحيوية (وهي كائنات مفيـدة تقـوم بافتراس الآفات الممرضة). وبالرغم من أن الإنتاج المحصولي للزراعة العضوية يعتبر أقل من نسبياً من إنتاج الزراعة التقليدية إلا أن منتجاتها تعتبر أكثر اماناً من الناحية الصـحية كمـا أن تطبيق وسائل الزراعة العضوية يقلل من احتمالية التصحر ويزيد من تثبيت التربة وهي أضرار شائعة في الأراضي المزروعة بالوسائل التقليدية.

المواد العضوية Organic Matter

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي ايضا علي الهيدروجين وقد تحتـوي علي الأكسجين والنتروجين ومن امثلة هذه المواد النشويات والـدهون والبروتينـات ,والمـواد العضوية قابلة للتحلل الي مواد اخري بسيطة والي غازات بواسطة البكتريـا والكائنـات لحيـة الدقيقة.

المركبات العضوية الفوسفاتية Organophosphates

هي المركبات العضوية المحتوية علي فوسفات وتشمل كل المبيدات المحتوية علي فسفور , وهذه المبيدات قليلة الثبات حيث ان فترة عمر النصف لها قصيرة وبعضها قد يكون سام عند استخدامها لاول مرة.

الأكسجين Oxygen

هو عنصر كيميائي، يلعب دوراً حيوياً في التنفس، والعمليات الحيوية في الجسم، كما يدخل فـي عديد من الصناعات العامة. والأكسجين هو ثالث أكثر العناصر وجوداً في الكون، كما أنه أكثرها شيوعاً على سطح الأرض.

والأكسجين عنصر غازي، ورمزه الكيميائي هو (O)، ورقمـه الـذري (8)، ووزنـه الـذري 15.9994. ويوجد الأكسجين في صورته الغازية، في شكل جزيء ثنائي الـذرة (O_2)، حيـث

يكون ما يقرب من 20% من حجم الهواء الجاف وغاز الأكسجين هو غاز شفاف، ليس له طعم، او رائحة.

الاوزون – Ozone

جزيء مبنى من 3 ذارت أكسجين وينتج من نشاط الأشعة الفوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. و تكون طبقة الاوزون موجودة في الجو على ارتفاع15-30 كم. واهمية طبقة الاوزون في انها تحد من وصول الأشعة الفوق البنفسجية الى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة.

طبقة الاوزون Ozone Layer

هى جزء من الغلاف الجوى الذى يحيط بالكرةالأرضية تتكون طبقة الاوزون من غاز الاوزون و هذا الغاز يتكون من ثلاثة ذرات أكسجين مرتبطة ببعضها و يرمز إليها بالرمز الكيميائى O_3. وتعمل طبقة الاوزون على حماية الحياة على سطح الأرض عن طريق حجب وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة التي تنبعث من الشمس من دخول الغلاف الجوي. وتوجد طبقة الاوزون في الغلاف الجوي الاوسط الاوسط (السترتوسفير Stratosphere)على بعد حوالي 15 ميل من سطح الأرض. ومؤخراً تعاني طبقة الاوزون من النضوب بسبب الغازات المنبعثة من الأرض خاصة غازات الكلوروفلوروكربون (CFCs)التي تستخدم في الإيروسولات والثلاجات والمبردات وكمنظفات في العديد من الصناعات و تستخدم في طفايات الحريق. يحدث الضرر لطبقة الاوزون عندما تنبعث من هذه المواد الكيماوية مركبات من الكلور والبروم شديدة القابلية للتفاعل. ومن هذا نشأ ما يعرف بثقب الاوزون حيث أنه ظهر فوق القارة المتجمدة الجنوبية كثقب في صور الأقمار الصناعية حيث انخفض تركيز الاوزون في هذا المكان بحوالي 40% خلال الثلاثين سنة الماضية. ويتواجد ثقب الاوزون أيضاً فوق كندا والمناطق الشمالية من الولايات المتحدة الأمريكية واوروبا.

P

مركبات البوليكلوينيتيد بيفينيل (بي سي بيس) (PCBs)

مجموعة من المركبات العضوية تستخدم في صناعة البلاستيك، كما ينتشر استخدامها في صناعة الموصلات والمكثفات الكهربية. وتعتبر مواد سامة للكثير من الأحياء المائية وتتميز بكونها مادة مستقرة تستقر في الأنسجة الحية للكائنات الحية وتنتشر في السلسلة الغذائية بالإضافة إلى كون بعض أنواعها مواد مسببة للسرطان (مسرطنة). ومن الناحية الكيميائية فهي مركبات عضوية

مكلورة تحتوي على جزيء بيفينيل. وتضع الكثير من الدول محددات على استخدام البي سي بيس ومعايير للتخلص منه وذلك لآثاره الضارة على توازن النظام الإيكولوجي.

الثبات Persistence

هو طول فترة بقاء المركب في البيئة وقد تكون فترة الثبات اقل من ثانية وقد تمتد لعدة سنوات وقد تكون غير محددة.

المبيدات Pesticides

هى مواد كيميائيه تقضى على الكائنات الحية غير المرغوب فيها ومنها المبيدات الحشرية (Insecticides) التي تستخدم في مكافحة الحشرات الضارة، والمبيدات العشبية (Herbicides) التي تستخدم في مكافحة الأعشاب الضارة، والمبيدات الفطرية (Fungicides) التي تستخدم في مكافحة الفطريات الضارة التي تسبب مرض النبات ومبيدات القوارض(Rodenticides)التي تستخدم في مكافحة الفئران وسائر القوارض الضارة. وهناك بعض المبيدات التي تستخدم في تطبيقات صناعية مختلفة مثل مبيدات الطحالب ومبيدات الجراثيم وغيرها. تشترك المبيدات في كونها تتدخل لوقف العمليات الحيوية في الكائن الحي غير المرغوب فيه بشكل او بآخر، لذا فهي تعتبر سامة. تعتبر المبيدات الكيميائية ملوثات خطيرة للغلاف الجوي والبيئة المائية، كما تعمل عادة على قتل العديد من الكائنات الحية غير المستهدفة مع الكائنات الضارة المستهدفة. ويمكن تقسيمها من الناحية الكيميائية الناحية الكيميائية إلى قسمين رئيسيين المبيدات التي يدخل فيها الكلور (Chlorinated Pesticides) ومن أشهرها الدي دي تي(DDT) والمبيدات الفوسفوريه العضوية (Organophosphorous Pesticides) ومن أشهرها الباراثيون (Parathion).

العوالق النباتية Plankton

هي كائنات حية نباتية، أي تحتوي على كلوروفيل، لا تتحرك حركة ذاتية او تتحرك حركة ذاتية ضعيفة لا تمكنها من مقاومة التيارات المائية، معظمها وحيدة الخلية.

التلوث الفيزيائي Physical Pollution

هو التغييرفي المواصفات القياسية والخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته او ملوحته، او ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي او غير عضوي.

وحـــــدات المعالجة الفيزيائية Physical Treatment Processes

وتعتمد طرق المعالجة الفيزيائية علي الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الأنسان، اي القوي الموثرة هي قوي طبيعية التي لاحظها واكتشـــفها الأنســـان داخـــل البيئـــة المحيطة.

ووحدات المعالجة الفيزيائية هي دائما الوحدات التمهيدية والاولية لكل مشاريع معالجة المخلفات السائلة ,حيث يبدا كل مشروع بوحدات معالجة فيزيائية كمرحلة اولي من مراحل المعالجة.

ومن أهمها التصفية, ازالة الرمال, الترشيح , الترويب, الطفو, الادمصاص, الترسيب والتناضـــح العكسي.

عملية البناء الضوئي Photosynthesis

هي عملية حيوية، تُستخدم فيها الطاقة المستمدة من أشعة الشمس، في تصنيع المواد العضـــوية، من الماء وثاني أكسيد الكربون، بينما يتم اخراج الأكسجين. وعلى الرغم من أن هـــذه العمليـــة تحدث بصورة رئيسية فى النباتات الخضراء، إلا أنها تحدث، كذلك، في الطحالب، وفى بعـــض أنواع البكتريا.

وأن عملية البناء الضوئى تتكون من تفاعلين رئيسيين، الاول يتم فى الضوء، ويطلق عليه "تفاعل الضوء"(Light Reaction)،

والثاني يحدث في الظلام، ويطلق عليه "تفاعل الظلام"(Dark Reaction).

ويمكن تقسيم عملية البناء الضوئى إلى ثلاث عمليات رئيسية هي:

امتصاص الطاقة الضوئية بواسطة الكلوروفيل.

تحويل الطاقة الضوئية إلى شكل كيميائى.

تثبيت ثاني أكسيد الكربون وتصنيع المواد الكربوهيدراتية.

رقم (قيمة) الاس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ما , وهو تعبير علي تركيـــز ايونـــات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية , وهذه القيمة تبدأ من صفر الي 14 ,

يعدقياسقيمة الاس الهيدروجيني من أهم الأختبارات الفيزيائية التي تجري علي مياه الشرب ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي والمياه الجوفية وتاتي اهمية ذلك مـــن ان قاعديـــة أو

حامضية وسط المعالجة يلعب دورا هاما ويؤثر بفاعلية علي جميع التفاعلات الكيميائية والطبيعية والبيولوجية خلال مراحل معالجة المياه المختلفة.

الملوثات Pollutants

هي كل العناصر الضارة التي تطلق في الغلاف الجوي او تقذف في الغلاف المائي او تنثر فوق صفحة الأرض وتحدث خللا في النظام البيئي. وهي إما أن تكون غازية ممثلة في الغازات الضارة التي تطلقها عوادم السيارات او ما يتصاعد من مداخن المصانع ووسائل التدفئة وحرق القمامة والبراكين وغيرها، وقد تكون سائلة ممثلة في المياه العادمة التي تقذفها المصانع في المجاري المائية وتصريف مياه المجاري والمبيدات الحشرية وغيرها، وقد تكون صلبة ممثلة في نفايات المصانع بما في ذلك المخلفات والزراعية. هذا بالإضافة الى القمامة التي تتزايد بشكل مطرد من خلال تزايد السكان من ناحية، وزيادة معدلات استهلاك الفرد من ناحية أخرى.

تلوث المصدر المحدود Pollution of Limited Source

هومصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات ,مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخًا في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة او مكان محدد، ويعرف هذا بتلوث المصدر المحدود

تلوث المصدر اللامحدود Pollution of Unlimited Source

هومصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات من مناطق واسعة , ففي مقدور الماء الجاري في المزارع أن يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى التلوث الصادر عن مثل هذه المناطق الواسعة بتلوث المصدر اللامحدود.

المياه الصالحة للشرب Potable water

وهي مياه، عديمة اللون والطعم والرائحة، خالية من المواد العالقة، والمواد الكيميائية، والمواد المشعة، والميكروبات المرضية.

المعالجة التمهيدية لمياه الصرف Preliminary Wastewater Treatment

هي المرحلة التمهيدية المبدئية التي تمر بها مياه المجاري الداخلة لمحطة التنقية , حيث يتم فصل المواد كبيرة الحجم بواسطة حواجز وشباك , ثم يتم تخفيض سرعة سريان تيار المجاري الي 30 سنتيمتر في الثانية في قنوات حجز الرمال للسماح للحصي والرمال بالترسيب الي القاع , وبامرار تيار من الهواء في المياه يتم فصل الزيوت والدهون بالطفو وايض طرد معظم الغازات

المتعفنة والسوائل المتطايرة التي تحملها مياه المجاري , وباذابة كمية من الأكسجين في المياه يتم انعاشها لكل تصبح صالحة لمعيشة البكتريا الهوائية في المراحل القادمة من المعالجة.

المعالجة الأبتدائية لمياه الصرف Primary Wastewater Treatment

في المعالجة الأبتدائية يتم التخلص من جزء كبير من المواد العالقة والمواد العضوية من مياه الصرف (حوالي من 55 - 60% من المواد الصلبة العالقة و 30-35 % من الأكسجين الحيوي المستهلك). وقد يصاحب المعالجة الأبتدائية وحدات معالجة فيزيائية مثل التصفية وفصل الزيوت والدهون ومن ثم فان المعالجة الأبتدائية هي معالجة مساعدة اولية للمعالجة الثانوية والمياه الناتجة عن المعالجة الأبتدائية ما زالت تحتوي علي كثير من المواد العضوية ويكون تركيز الأكسجين الحيوي المستهلك عالي نسبيا.

الكائنات الحية المنتجة Producers

وهي كائنات تحتاج إلى ماء وثاني أكسيد الكربون والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة وبعض المعادن لتبقى حية، وتتميز هذه الكائنات عن غيرها من الكائنات الأخرى بأنها تقوم بتحويل المركبات غير العضوية ذات الطاقة المنخفضة إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة (مثل السكريات), وبهذا فهي تسمى كائنات ذاتية التغذية Autotrophs.

وتعتبر جميع النباتات الخضراء بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية كائنات منتجة لأنها تقوم بعملية التركيب الضوئي, كما أن هناك بعض البكتريا التي تعد منتجة، حيث إنها تستطيع أن تمارس البناء الضوئي Photosynthetic bacteria او البناء الكيميائي Chemosynthetic bacteria.

حماية البيئة Protection of Environment

هو المحافظة على البيئة وعلي مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث او الإقلال منه او مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها، خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية تلك المكونات والارتقاء بها.

الاوليات (البروتوزوا) Protozoa

البروتوزوا (الاوليات) كائنات اولية ميكرسكوبية لها القدرة علي الحركة, ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية اي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين , علي الرغم من وجود انواع قليلة منها لاهوائية. والبرتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا اذ يتراوح حجمها بين 10 الي 100 ميكرون وقد تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء.

R

هطول الامطار Rainfall

الحجم الكلي للهطول الجوي الرطب (المطر او الثلج او البرد او الندى او ما إلى ذلـك) الـذى يسقط في أراضي البلد على مدى عام، بملايين الأمتار المكعبة).

المجاري الخام Raw Sewage

هي مياه المجاري التي تصل الي محطة التنقية طازجة اي غير متعفنة , وذلك لاحتؤاهـا علـي كمية مناسبة من الأكسجين الذائب فيها , وتتميز هذه المجاري بـان لونهـا رمـادي متجـانس ورائحتها متزنخة مثل رائحة التراب.

التلوث الأشعاعي Radioactive Pollution

وهو تلوث الماء باي مادة ذات نشاط اشعاعي , وهذا النشاط الأشعاعي يمكن ان يحدث خلـلا او ضررا بيئيا او عدم اتزان بيئي. ومصدر هذا التلوث يكون،غالباً، عن طريق التسرب الأشعاعي من المفاعلات النووية، او عن طريق التخلص من هذه النفايات، في البحار والمحيطات والأنهار. وفي الغالب لا يُحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية، مما يجعله أكثـر الأنـواع خطورة، حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه، في غالب الأحوال، وتتراكم فيه، ثم تنتقل إلى الأنسان، أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيـرة، منهـا الخلـل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.

التساقط Rainfall

هو خروج الماء من السحب على شكل أمطار، او ثلج، او جليد، او برد. وهو الوسيلة الرئيسـية لعودة الماء الموجود في الغلاف الجوي إلى الأرض. ومعظم الماء المتساقط من الغلاف الجـوي يهطل كأمطار.

الموازنة (إعادة الكربنة) Recarbonation

هي إضافة غاز ثاني أكسيد الكربون بكميات محددة بهدف تحويل ما تبقى من كربونات الكالسيوم الى صورة البيكربونات الذائبة.

حيث أن كربونات الكالسيوم تكون علي هيئة رواسب قد يتبقى في الماء بعد مـروره بـأحواض الترسيب فإنه من المحتمل أن يترسب بعضها على المرشحات او في شبكات التوزيع مما يؤدي إلى انسداد او الحد من كفاءة المرشحات الشبكات.

إعادة التدوير Recycling

طريقة لاسترجاع المواد النافعة من المخلفات بحيث يتم فصل هذه المواد ومعالجتها (إذا تطلب الأمر) ثم إعادة تصنيعها.

ويحقق إعادة التدوير العديد من الفوائد الاقتصادية والبيئية، وذلك باسترجاع كميات من المخلفات، كان يتم التخلص منها، واستغلالها اقتصادياً كما يعمل ذلك على توفير جزء من الثروات التي تستخرج من باطن الأرض من النفط والمعادن.

المواد العضوية التخليقية Refractory Organics

مثل الفينول والمبيدات الزراعية المختلفة والمركبات العضوية المعقدة , مثل نواتج المطهرات الثانوية وهذه المواد غير قابلة للتحلل بيولوجيا وتحتاج الي معالجة كيمائية وفيزيائية لازالتها , وتراكم هذه المواد يسبب ضررا شديدا بالبيئة المائية , كما تعد كثير من هذه المركبات من المركبات السامة للاحياء المائية .

التلوث الاقليمي Regional Pollution

هو التلوث الهوائي الذي يشمل منطقة كبيرة تضم عدة دول او حتي قارة باكملها , مثل تلوث حوض البحر الابيض المتوسط او تلوث قارة اوربا.

الرطوبة النسبية Relative Humidity

وهي النسبة المئوية، بين كمية بخار الماء في الهواءفي حيز معين، وكمية بخار الماء اللازمة لتشبع الهواء ببخار الماء،عند درجتي الحرارة، والضغط نفسيهما.

الطاقه المتجددة Renewable Energy

الطاقة التي يتم توليدها من مصادر لا تنضب مثل طاقة الشمس او طاقة الرياح او الطاقة الحركية الناتجة من المد والجزر او الطاقة المائية الناتجة عن تساقط المياه من الشلالات والسدود او الطاقة الحرارية الصادرة من باطن الأرض او الطاقة الحيوية التي يتنج عنها الغاز الحيوي (الرجاء الرجوع للتعريف). وتتخذ الطاقة الحيوية أهمية كبيرة من الناحية البيئية والاقتصادية، حيث أنها تعتبر بديلاً مناسباً لمصادر الطاقة الحفرية (مثل النفط والفحم الحجري) القابلة للنضوب خلال فترة زمنية محدودة (إذا استمر استهلاكها بالمعدلات الحالية) والتي ينتج عنها الكثير من التلوث مثل انبعاث غازات البيت الزجاجي (الرجاء الرجوع للتعريف) والإيروسولات والغازات التي تسبب العديد من الظواهر البيئية السلبية مثل المطر الحامضي وثقب الاوزون والاحتباس الحراري.

التحلل البيولوجي هو تحول المادة بواسطة الكائنات الدقيقة. وتحت ظروف البيئة، تتـأثر عمليـة التحلل البيولوجي بعدد من العوامل، تتضمن وجود الأكسجين (ظروف هوائية/ ظروف لاهوائية) والعناصر الغذائية بالإضافة إلى توافر الأعداد المطلوبة من الكائنات الدقيقة ودرجة تكيفها.

مصادر المياه العذبة المتجددة Renewable Sweet Water Sources

هي مجموع التدفقات الداخلة للمياه السطحية والمياه الجوفية بالاضافة الي التدفقات الداخلة.

النهر River

هو مجرى مائى واسع ذو ضفتين يجرى فيه الماء العذب الناتج عن هطول الأمطـار او الميـاه النابعة من عيون الأرض او من مسطحات مائية كالبحيرات.

حمولة النهرRiver Load

هو مقدار ما يحتويه النهر من ايونات ذائبة او معلقة , تحتوي معظم أنهار العالم الكبيرة ما يقرب من 110ـ 120جزء من المليون من الأيونات الذائبة، أي أن كل لتر من ماء الأنهـار يحتـوي على 10/1من الجرم من المواد الذائبة. وتحمل أغلب أنهار العالم الجزء الأكبر من حمولتها فـي هيئة معلقات.

رتبة النهر River Order

هو الذي يحدد عدد مستويات الروافد التي تصب في النهر, حيث تصب الأنهار الصـغيرة فـي الأنهار الكبيرة، وبذلك توجد أنهار رئيسية وروافد لها. والنهر ذو الرتبة الاولى لا يتبعه روافـد، والنهر ذو الرتبة الثانية ينشأ من التقاء نهرين من أنهار الرتبة الاولى، وهكذا بقية الرتب.

S

الحمأة الأمنة Safe Sludge

هي الحمأة التي يمكن تداولها وأستخدامها بحيث لا تضر بالصحة العامة ولا بالبيئة , وامنة تماما للانسان والحيوان , وحتي تكون الحمأة امنة يجب ان يكون تركيز المعادن الثقيلة بها في الحدود الأمنة المسموح بها , وان يتم خفض محتوي الكائنات الممرضة بها للحـدود الأمنـة وذلـك بمعالجتها وتثبيتها قبل تداولها.

الدفن الصحى للمخلفات Sanitary Land filling

طريقة هندسية للتخلص من المخلفات في الأرض بطريقة لا تسمح بتلوث البيئـة. ويـتم الـدفن الصحي للمخلفات بملء حيز معين من الأرض بهذه المخلفات وتخزينها في هذا الحيز لفترة معينة

حتى يتم تحللهاإلى المواد الاولية وتصبح غير خطرة. وتتم عملية الدفن الصحي بنشر المخلفات على الأرض ثم دمكها وتغطيتها في خلايا متتابعة. ويتم عادة عزل الأرض التي يتم استخدامها للدفن الصحي عن البيئة المحيطة لمنع تسرب السوائل التي تخرج من المخلفات إلى التربة المحيطة والمياه الجوفية.

ماء البحر Sea Water

ماء البحر هو الماء المأخوذ من البحر او المحيط. وفي المتوسط تكون مياه البحر في محيطات العالم بنسبة ملوحة – 3.5%. وهذا يعنى أن كل لتر (1000 مليلتر) من ماء البحر يحتوى على 35جراما من الأملاح (معظمها كلوريد صوديوم) مذابة فيها.

المعالجة الثانوية التقليدية لمياه الصرف Secondary Wastewater Treatment

تعرف المعالجة الثانوية بانها مجموعة من عمليات ووحدات المعالجة المتصلة ببعضها بهدف التخلص من نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ونسبة كبيرة من المواد العالقة الصغيرة في الحجم نسبيا والتي لم تترسب في المعالجة الأبتدائية مثل أحواض الترسيب الابتدائي (حيث يمكننا ازالة اكثر من 95% من المواد العضوية القابلة للتحلل في المعالجة الثانوية). بيولوجيا , واكثر من 96% من المواد العالقة.

وتجمع "الحمأة"، الناتجة من المراحل، التمهيدية والابتدائية والثانوية، وينقل إلى "خزان هضم الحمأة". لتتولّى البكتيريا تكسير المواد العضوية المعقدة، وتحويلها إلى مواد أقل تعقيداً، ويصاحب هذه العملية انطلاق غاز الميثان، الذي يستخدم مصدراً للوقود. ويجمع الحمأة، المتبقي من هذه العملية، ويجفف، ويستخدم كمخصبات للتربة.

ويعد التطهير والتعقيم من وحدات وعمليات المعاجة الثانوية في كثير من محطات المعالجة بينما يعتبره البعض من عمليات المعالجة الثلاثية او المتقدمة.

الترسيب Sedimentation

تعد عملية الترسيب من اوائل العمليات التي استخدامها الأنسان في معالجة المياه. وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب او لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيمائية مثل التيسير والترويب. وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها.

الجسيمات المتساقطة Settling Particulates

وهي تلك الدقائق التي لا تلبث ان تعود الي الأرض بعد انطلاقها من مصادرها بتأثير الجاذبية الأرضية, ويطلق عليها اسم الغبار الساقط , ويزيد قطر هذه الجسيمات عن عشرة ميكرومترات , وهذ الجسيمات لها تاثير علي العيون والمنشأت الصناعية والابنية والممتلكات ولها تأثير خفيف علي المجاري التنفسية للانسان.

تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة او زيادة في تركيز احدي مكوناتها الطبيعية مما يؤدي الي التغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة.

وايضا ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها فهو يعتبر تلوث للتربة واجهاد لها. وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات او مواد واسمدة كيميائية او امطار حمضية ساقطة او نفايات صناعية او نفايات وفضلات منزلية او النفايات المشعة.

الحالة الصلبة للماء Solid State of Water

يكون فيها الماء على شكل جليد او ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي.

المحلول Solution

هو مخلوط مادتين او اكثر، ماده واحده على الاقل من المواد تكون حالة سائلة وتدعى بالمذيب والماده الثانيه او المواد الباقيه يمكن ان تكون في حاله غازيه او سائله او صلبه وتدعى بالمذاب.جزيئات المذاب منتشره بين جزيئات المذيب وتكون صفات المحلول صفات المادتين معا.

معالجة الحمأة (الرواسب الصلبة) Sludge and Residue Treatment

هناك العديد من الطرق والعمليات التي يمكن عن طريقها معالجة المخلفات السائلة وهي تختص بمعالجة الجزء السائل منها , ولابد من الاخذ في الاعتبار و مراعاة طرق معالجة الحمأة الصلبة في تصميم محطات الصرف الصحي حيث ينتج من عمليات المعالجة كميات من المواد الصلبة في صورة حماءة نشطة يجب معالجتها وتثبيتها للحصول علي مواد ثابتة يمكن الأستفادة منها كسماد او يمكن التخلص منها بصورة امنة بيئيا.

الحمأة Sludge

المقصود بالحمأة هو المادة الصلبةالمتخلفة المترسبة الناتجة من محطات معالجة الصرف الصحي.

التيسير (إزالة العسر) بالترسيب Softening by Chemical Precipitatio

تعني عملية التيسير او إزالة العسر للمياه (water softening) إزالة مركبات عنصري الكالسيوم والماغنسيوم المسببة للعسر عن طريق الترسيب الكيميائي. وتتم هذه العملية في محطات المياه بإضافة الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) إلى الماء بكميات محدودة حيث تحدث تفاعلات كيميائية معينة تتشكل عنها رواسب من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم.

المخلفات الصلبة Solid Wastes

هى المخلفات التى تعتبر غير ذات قيمة للشخص الذى تخلص منها والناتجة من كل الأنشطة اليومية للإنسان وتختلف أنواعها من بلد لآخر ومن مدينة إلى أخرى داخل البلد الواحد.

الحرارة النوعية للماء Specific Temperature of Water

تعرف الحرارة النوعية بأنها: "كمية الحرارة اللازمة لتغييردرجة حرارة جرام واحد من الماء، عند درجة 54م، درجة مئوية واحدة".

مياه العيون Spring Water

مياه العيون هي التي تتدفق من تحت سطح الأرض وتخرج بشكل طبيعي وليست لها خصائص فيزيائية وكيميائية ثابتة وتوجد في تكاوين صخرية مختلفة الأنواع.

تثبيت المواد العضوية Stabilization of organic matters

عملية تحليل المواد العضوية إلى مواد اولية خاملة غير ضارة، وتتم عادة بطرق حيوية بفعل البكتيريا والكائنات المجهرية الأخرى. ينقسم تثبيت المواد العضوية بالطرق الحيوية إلى نوعين رئيسيين، التثبيت الهوائي (في وجود الأكسجين) والتثبيت اللاهوائي (في غياب الأكسجين)، ومن تطبيقات التثبيت الحيوي للمواد العضوية معالجة الصرف الصحي ومعالجة الحمأة وعملية الكمر (Composting). ويمكن أيضاً تثبيت المواد العضوية عن بطرق كيميائية باستخدام عوامل مؤكسدة.

الستراتوسفير Stratosphere

الطبقة التالية للتروبوسفير وتصل إلى ارتفاع حوالي 50 كم فوق سطح الأرض وتشمل طبقة الاوزون Ozone Layer التي تحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة عن الأرض (الرجاء الرجوع تعريف الأشعة فوق البنفسجية). ولا توجد في هذه الطبقة سحب او أتربة ولا تتأثر بالرياح والاضطرابات الهوائية التي تحدث في التروبوسفير

المياه الكبريتية Sulphated Water

هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستعمل كعلاج لامراض الروماتيزم،المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

التوتر السطحي Surface Tension

هي انكماش مساحة السطح الخارجي للسائل إلى أقصى حد ممكن من الصغر كنتيجة لانجذاب والتصاق جزيئات السائل إلى بعضها البعض.

المياه السطحية Surface Water

تعرف المياه السطحية بأنها المياه التي توجد على سطح الأرض على هيئة سيول نتيجة هطول الأمطار او تتواجد على هيئة ثلوج تذوب بعد ارتفاع درجة الحرارة وتجري هذه المياه في الاودية والأنهار فتصب في البحار او تختفي في الصحاري القفار او تتجمع في البحيرات والمنخفضات او تتسرب إلى باطن الأرض حتى تصل إلى الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه. توصف المياه السطحية بأنها مياه متجددة وتعتبر الأمطار المصدر الأساسي لهذه المياه في المناطق الجافة وشبة الجافة.

المنظفات الصناعية Synthetic Detergents

هي مركبات عضوية تركيبها الكيميائي يشبه تركيب الصابون، الا انها تمتاز عنه في ان لها قوة تنظيف كبيرة، وتحدث رغوة مع الماء المحتوي على نسبة من الاملاح، وتحضر المنظفات الصناعية من مواد عضوية تشتق من نواتج البترول مثل الكايل بنزين

وتمتاز المنظفات الصناعية بانها مواد خافضة للتوتر السطحي وهى عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهى تسبب الرغوة فى محطات معالجة مياه الصرف وفى المياه السطحية التى تصرف إليها.

T

المعالجة الثلاثية المتقدمة (الخاصة) Tertiary Advanced Treatment

تعرف عمليات المعالجة المتقدمة بانها درجة خاصة من درجات المعالجة والتي تلي وتتبع عمليات المعالجة التقليدية الثانوية لازلة بعض المكونات والملوثات في مياه الصرف مثل المغذيات والمواد السامة واية معدلات عالية غير طبيعية من المواد العضوية والمواد العالقة.

وفي هذه المرحلة، يُجرى عديد من العمليات الكيماوية والفيزيائية، للتخلص من مختلف الملوثات، التي لم يُتخلص منها، في المراحل السابقة، مثل الفسفور، والنيتروجين، والمواد العضوية الذائبة، وبعض العناصر السامة. وينتج من هذه المرحلة ماء، على مستوى عال من النقاء؛ إذ يُزال نحو 99.5 % من المواد العالقة الصلبة، والنيتروجين، والفوسفور، والزيوت العالقة والدهون. وتتضمن هذه العمليات: التخثر الكيماوي، والترسيب، الترويب بالكيماويات و الترغيب والطفو والترسيب الذي يلي الترشيح والترشيح الرملي، والامتصاص الكربوني، والتبادل الأيوني، والتناضح العكسي.

التحلل الحراري Thermal Degradation

التحلل الحراري للمواد بالحرارة فى غياب الأكسجين او مع وجود كمية محدودة منه. وفى وحدة الانحلال الحراري، يتم رفع حرارة المواد إلى درجة فيما بين 800 و 1400 درجة فرنهايت (427 إلى 760 درجة مئوية). ويهدف نقص الأكسجين إلى منع الاحتراق، غير إن إزالة كل الأكسجين يعد أمراً مستحيلاً ولذلك تحدث بعض الأكسدة وينتج عنها تكوين مركبات الديوكسين ومركبات خطرة أخرى ذات صلة. وينتج عن الانحلال الحراري ثلاثة عناصر: غاز، وزيت وقود، وبقايا صلبة تسمى "الرماد الفحمي" (Char) (والتي من المحتمل أن تحتوي على معادن ثقيلة).

الثرموموسفير Thermosphere

أعلى طبقات الغلاف الجوي حيث يبدأ في التلاشي تدريجياً إلى حدود الغلاف الجوي ومن ثم إلى الفضاء الخارجي. وتسمى أيضاً طبقة الأيونوسفير (Ionosphere) حيث بها تركيزات عالية من الأيونات الحرة التي تدخل الغلاف الجوي من الفضاء الخارجي.

الأملاح الكلية الذائبة Total Dissolved Solids

هي الاملاح الموجودة في المياه في صورة ذائبة وهـي تمثـل مجمـوع الايونـات الموجبـة (الكاتيونات) والايونات السالبة (الانيونات) التي توجد في صورة ذائبة في المياه بالاضـافة الـي مواد اخري غير متأينة .

الجسيمات العالقة الكلية Total Suspended Particulates

وهي تلك الجسيمات التي يتراوح قطرها بين من 0.1 الي 10 ميكروميترات وتبقي فترة طويلـة معلقة في الهواء , ام معدل ترسبها فهو بطيء نسبيا ويتوقف علي الظروف الطبيعية من رطوبة او رياح او حرارة وغيرها. وتعتبر الجسيمات العالقة اخطر الجسيمات الملوثة للهواء حيث من الممكن ان تصل للرئتين وتستقر هناك.

المواد العالقة في المياه Total Suspended Solids (TSS)

وتشمل كل المواد الطافية والمعلقة سواء علي سطح الماء او في داخله , وهي وزن المواد التـي يمكن حجزها علي وسط ترشيح بعد تجفيفها في فرن تجفيف درجة حرارته 103 الي 105 درجة مئوية , وتقدر كمية المواد العالقة بالمليجرام في اللتر.

المواد السامة Toxic Substances

المواد السامة تعد ثالث اثر الأنواع الكيماوية انتشارافي المجال الصـناعي واكثرهـا خطـورة وتعرف المواد السامة بانها اية مادة تسبب سمية او تسمم للانسان

من المواد السامة الغير عضوية مادة السبستوس الخطيرة والتي عند التعرض الشديد لها لفتـرات طويلة تسبب اصابة الرئتين بالتليف وممكن ان يؤدي الي حدوث سرطان بالرئة. ,والعناصـر الثقيلة مثل الكادميوم والزئبق والرصاص من المواد ذات الطبيعة السامة لطبيعة تراكمها داخل جسم الامسان مسببة تلف للكلي والكبد , ومن اهم مصادر العناصر الثقيلة صناعات البطاريـات والطلاء الكهربي.

والفينولات ومركبات الفورمالدهيد والتي تنتج من مصانع البلاستيك والمواد اللاصقة تعـد مـن المواد العضوية السامة

وتنتقل كثير من المواد السامة للانسان عند تلوث البيئة المائية بتلك المواد عبر سلسلة الغذاء مـع النبات والحيوان او بالاتصال المباشر بالأنسان.

معالجة المواد السامة Toxic Substances Treatment

هناك انواع من مياه الصرف تحتوي علي مواد ذات سمية او ملوثات خاصة مثل انواع الصرف الصناعي التي تنتج كثير من العناصر السامة والعناصر شديدة التلوث والتي يلزم لمعالجتها طرق وعمليات خاصة بكل مجموعة من الملوثات.

تسبب الملوثات السامة مشاكل كثيرة في عمليات المعالجة ؛ فضلا عن اثارها المدمرة علي البيئة وخاصة البيئة المائية.

النتح Transpiration

هو العملية التي تنتقل بموجبها الرطوبة من منطقة الجذور، عن طريق النبات، إلى مسامات صغيرة في الجانب السفلي لاوراق النبات، حيث تتحول إلى بخار يخرج إلى الغلاف الجوي. إذن، الارتشاح هو تبخر الماء من اوراق النبات. وأشارت التقديرات إلى أن حوالي 10% من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي تخرج من النباتات عن طريق الارتشاح.

طبقة الغلاف السفلي (التربوسفير Troposphere)

وهي طبقة الغلاف الجوي الملاصقة لسطح الأرض، وهي الطبقة التي نعيش فيها. وتضم هذه الطبقة 75% من مجمل الغلاف الجوي. وتتم معظم التغييرات الجوية والأمطار والثلوج في هذه الطبقة تقريبًا. تحدث فيها التغيرات اليومية فى الظواهر الجوية(مثل السحب- المطر- البرد- الثلج-) والتي تقتصر على هذه الطبقة. وتحتوي هذه الطبقة على بخار الماء والإيروسولات الموجودة في الغلاف الجوي كما تحتوي على ثلاث أرباع وزن الغازات في الغلاف الجوي. وتتناقص درجة الحرارة في التروبوسفير بالاتجاه للأعلى بمعدل حوالي 6.5 درجة مئوية لكل كيلومتر.وطبقة التربوسفير هي الطبقة المعنية بالتلوث اذا تتركز فيها 99.0 %من الملوثات الجوية.

U

الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Radiation UV

أشعة كهرومغناطسية غير مرئية حيث أنها تتميز بطول موجة أقل من تردد الضوء المرئي. وتنبعث الأشعة فوق البنفسجية مع أشعة الشمس وتنقسم الى ثلاث درجات (A, B, C) حسب طول الموجة.. وتعتبر الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الطويلة (UVA) مفيدة لحياة النباتات على الأرض، كما أنه يتم استخدامها في العديد من التطبيقات الطبية. أما بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية المتوسطة فإنها ضارة لصحة الأنسان حيث تتسبب في حدوث سرطان الجلد وبعض

أمراض العين (مثل مرض عتامة العدسة كتراكت). وتعتبر أخطر أنواع الأشعة فوق البنفسجية هي الأشعة قصير الموجة (UVC) حيث تتسبب في قتل العديد من الكائنات الحية وحدوث أمراض سرطان الجلد وغيرها من الأضرار على صحة الأنسان.

التلوث العالمي Universal Pollution

هو التلوث الهوائي الذي تنتشر فيه الملوثات علي مساحات كبيرة , وتصل الي اماكن بعيدة ن مصادرها , مثل التلوث بالاشعاعات الذرية حيث يتجاوز الاقليم الذيي حدث فيه , ومثل التلوث الناشئ عن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو الأرض , او تأكل طبقة الاوزون في طبقات الجو العليا والمتوسطة.

V

الفيروسات Viruses

الفيروسات ابسط واصغر الكائنات الدقيقة , حيث يتراوح حجمها ما بين 0.1 الي 0.3 ميكرون , وتتكون الفيروسات اساسا من حامض نووي محاط به بروتين. وكل الفيروسات متطفلة اي لا يمكنها الحياه خارج الكائن الحي او خارج الخلية الحية , وتعتبر الفيروسات من الكائنات عالية التخصص سواء فيما يتعلق بالكائن الذي تتطفل عليه (العائل) او من حيث نوعية الأمراض التي تنقلها الفيروسات الجدري , الالتهاب الكبدي الوبائي , شلل الاطفال والايدز بالاضافة الي مجموعة متنوعة من امراض الجهاز الهضمي والتنفسي.

المواد المتطايرة Volatile Suspended Solids

هي جزء من المواد العالقة وهي تمثل الجزء العضوي الذي يتحلل تماما متحولا الي طاقة او الي كائنات حية جديدة

عندما توضع المواد العالقة التي تم تجفيفها في درجة 103 مئوية في فرن حرق درجة حرارته 550 درجة مئوية , فان جميع المواد العضوية تتطاير منها بالحرق , وكمية المواد المتطايرة تحسب بالمليجرام في اللتر.

W

حرق المخلفات Waste Combustion

هو أي نوع من أنظمة المعالجة الحرارية للمخلفات التي تهدر الموارد وتبعث ملوثات. وتتضمن تلك الأنظمة التكنولوجيات التى تعتمد على الاحتراق، والإنحلال الحراري والتحويل الحراري إلى غازات. وينتج عن أنظمة الإنحلال الحراري وتحويل المخلفات إلى ديوكسين (Dioxins) وفوران (Furans) والملوثات العالقة الأخرى.

تقطير الماء Water Distillation

التقطير تكمن في رفع درجة حرارة المياه الى درجة الغليان وتكوين بخار الماء الذي يتم تكثيفه بعد ذلك الى ماء.

تأين الماء Water Ionization

تعرف عملية التأين بأنها: "عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات". وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى. إلاّ أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، إلى أيوني الهيدروجين الموجب (H^+) والهيدروكسيل السالب (OH^-).

عسر الماء Water Hardness

عسر الماء هوقياس تقليدي لقدرة الماء علي التفاعل مع الصابون , اذ يتطلب الماء العسر مقدارا كبيرا من الصابون لانتاج الرغوة المطلوبة للتنظيف , ووجود ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم هي غالبا المسببة لحدوث العسر.

تلوث الماء Water Pollution

يقال ان الماء ملوث اذا ما احتوي علي مواد غريبة سائلة او صلبة عضوية او غير عضوية ذائبة او غير ذائبة او كائنات دقيقة , وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء , وبذلك يصبح غير صالح للاستهلاك المنزلي او في الزراعة او في الصناعة.

تلوث مجري الماء Water Stream Pollution

يعرف تلوث الماء – حسب ما أصدرته هيئة الصحة العالمية أن المجرى المائي يعتبر ملوث عندما يتغير تركيب عناصره، او تتغير حالته بطريقة مباشرة او غير مباشرة، بسبب نشاط الأنسان، بحيث تصبح هذه المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها او لبعضها ,وهذا التعريف يتضمن أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية و الكيميائية والبيولوجية التي قد تعل المياه غير صالحة للشرب او غير صالحة للاستهلاك المنزلي او في الصناعة او في الزراعة.

الامواج Waves

وهي اضطراب في الماء ينجم عن تحرك جزيئاته ارتفاعاً وانخفاضاً في حركة توافقية منتظمة, يتولد عنه حركة مستمرة في مياه البحار والمحيطات.

المراجـــع

المـــراجـــع العربية:

1- علم المياه تأليف الدكتور جهاد على الشاعر 2000.

2- التلوث مشكلة العصر د احمد سلام سلسلة عالم المعرفة 1991.

3- تلوث البيئة وملوثاتها، الدكتور/ حسين العروس 2002.

4- المعالجة البيولوجية لمياه الصرف أحمد السروي. الدار العلمية 2007.

5- اعداد المياه للاستخدام المنزلي محمد احمد خليل2004.

6- معالجة مياه الصرف الصناعي أحمد السروي . دار الكتب العلمية2007 .

7- إبراهيم صالح المعتاز، "الأمطار"، مجلة العلوم والتقنية، العدد الثاني عشر، مايو 1990.

8- محمد رشاد الطوبي، "وجعلنا من الماء كل شئ حي"، سلسلة كتـاب اقرأ،العـدد 507، دار المعارف، ط2، .1992

9- مجلة البيئة والتنمية اعداد مختلفة.

10- المدني، إسماعيل، المخلفات الصلبة في قاع البحر في المياه الإقليمية لمملكة البحرين.

11- "دراسة مشاكل المياه والبيئة". المجلس الاعلى للعلوم والتكنولوجيا.

12- المبيدات والتلوث البيئي د / علي محمد علي عبدالله . سلسلة العلم والحياه 2003.

13- الأنسان وتلوث البيئة م / محمد ارناؤوط 1999م.

14- الجديد في المنظور العلمي للقرآن المجيد، الجزء الأول، د. إسلام الشبراوي، دار الرسـالة الجديدة.

15- صلاح محمود الحجار، التوازن البيئي وتحديث الصناعة، سلسلة تكنولوجيا الإنتاج الأنظف، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، 2003، القاهرة مصر.

16- قرار رقم 48 لسنة 1983. اللائحة التنفيذية للقانون المصري رقم 48 لسنة 1982 في شأن حماية النيل والمجاري المائية من التلوث، الباب الأول في التعريفات، المادة واحد.

17- المادة 2 من القانون المصري رقم 48 لسنة 1982 في شأن حماية نهر النيـل والمجـاري المائية من التلوث.

18- المادة الرابعة من القانون المصري رقم 48 لسنة 1982 فـي شـأن حمايـة نهـر النيـل والمجاري المائية من التلوث.

19. التلوث البيئي والهندسة الوراثية د/ علي محمد علي عبدالله مكتبة الاسرة 1999 م.

المراجع الاجنبية:

1- Water Pollution Causes, Effect and Control PK.GOEL New age International limited publisher1997.

2- Water treatment (BSP-Indian publications) 1990.

3- Water Purifications Mc Graw-Hill New York 1983.

4- Introduction to Environmental Science W.HFreeman and Company , San Francisco. 1980

5- Encyclopedia Academic, Grolier International, New York, 1990.

6- Encyclopedia Britannica, En. Bri. Inc., Chicago, 1993.

7- Lodish, Harvey, et al., Molecular Cell Biology, 3rd ed. Scientific American Books, New York, 1995.

8- Canadian Ministry of Supply & Services: Guidelines For Drinking Water Water Quality, Supporting Documentation, Quebec, 1980.

9- Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.

10- Farndon, J., Children's Encyclopedia, Harper Collins Publishers Ltd., London, 1998.

11-World Health Organization, WHO, Guidelines for Drinking Water Quality, vol. 3, Quality Control, after the First Impression 1985, Geneva, 1989.

12- World Health Organization, WHO, Guidelines for the Use of Wastewater In Agriculture and Aquaculture, T.R. o.778, Geneva,1989.

13- Heesman, R., Wilson, A., Manual on Analytical Quality Control for the Water Industry, Water Research Center, Stevenage, 1978.

14- Hand book of water resources and pollution control Harry W and Jacob 1979.

15- Dixon, T.R. and Dixon, T.J. Marine litter surveillance. Marine Pollution Bulletin, 12, 289-285 (1981).

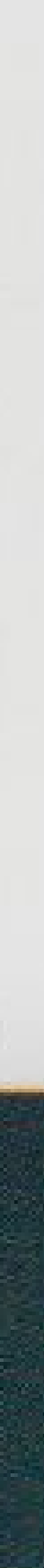
16- Donohue, J., Boland, R., Sramek, C. and Antonelis, G. Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands. Marine Pollution Bulletin, 42, 1301- 1312 (2001).

17- Gabrielides, G., Golik, A., Loizides, L. and Marino, M. Man- made garbage pollution on the Mediterranean coastline. Marine Pollution Bulletin, 23, 437- 441 (1991).

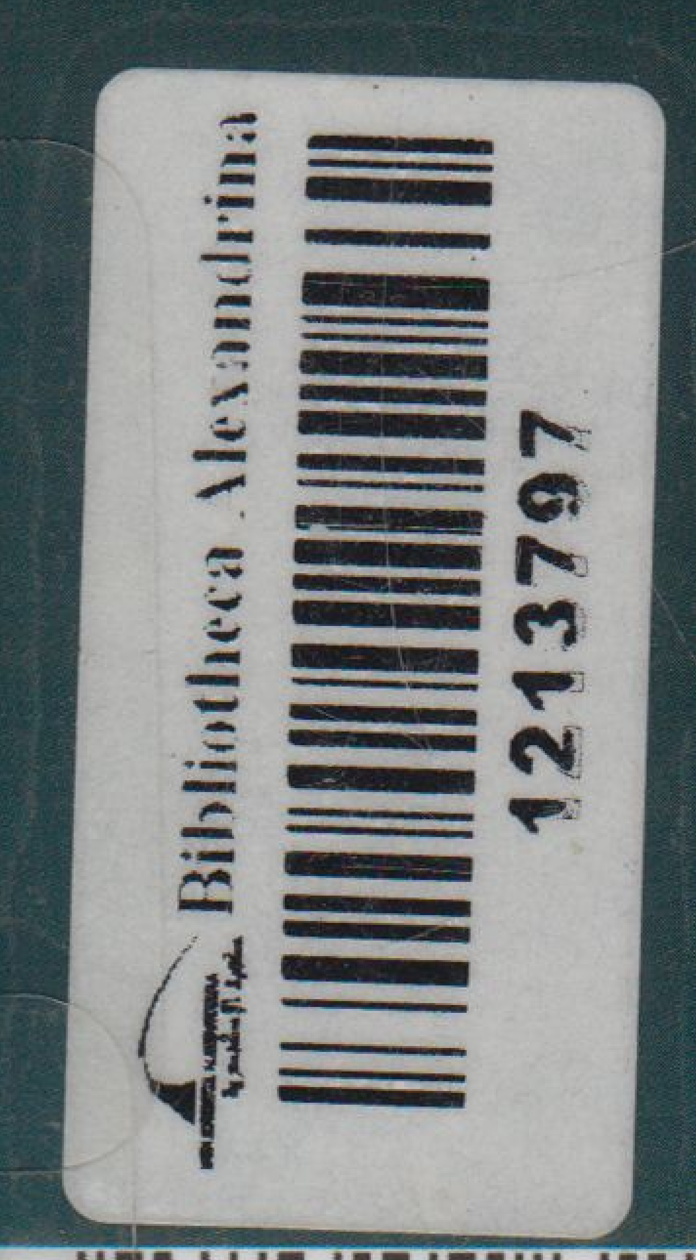
18-Persistent Organic Pollutants. Monitor 16. Swedish Environment Protection Agency, Stockholm, 1998.

التدهور و التلوث

الكيميائي و الفيزيقي للمياه






Bibliotheca Alexandrina
12137973


9 789957 327484

دار الحامد للنشر والتوزيع
الأردن - عمان - ص.ب: 366 عمان 11941 الأردن
هاتف:5231081 فاكس: 009626-5235594
e-mail: daralhamed@yahoo.com
www.daralhamed.net